COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 FÉVRIER 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les eaux acides qui prennent naissance dans les volcans des Cordillères.* Note de M. **Boussingault**. (Extrait.)

« En étudiant, il y a bien des années, les volcans des Andes équatoriales, je reconnus qu'ils émettent de la vapeur d'eau, de l'acide sulfhydrique, dans certains cas du gaz acide sulfureux et, ce qui, je crois, n'avait pas encore été signalé à cette époque, des quantités considérables de gaz acide carbonique, apportant continuellement à l'atmosphère du carbone, l'un des éléments indispensables à la constitution des êtres organisés.

» Ces résultats généraux ont été confirmés depuis par les voyageurs qui ont observé les bouches ignivomes, les solfatares : en Amérique, depuis la Californie jusqu'au Chili ; en Europe, en Asie. Constamment on a rencontré dans les cratères, dans les fumerolles, la vapeur aqueuse associée à l'acide carbonique, à l'acide sulfhydrique, à l'acide sulfureux, quelquefois, comme au Vésuve, à de l'acide chlorhydrique, à des gaz combustibles.

» J'avais insisté autrefois sur ce fait, que l'eau de certains torrents, prenant naissance dans la proximité des volcans, est acidifiée par de l'acide sulfurique, par de l'acide chlorhydrique libres. Aujourd'hui je me propose de rechercher l'origine probable de ces acides.

» Un cours d'eau remarquable par son volume et son acidité est le Pasambiò, le Rio-Vinagre, qui descend du Puracé dans une gorge très-resserrée, jusqu'au salto de San-Antonio, où il tombe de 35 mètres de hauteur au milieu d'un hémicycle de trachyte. Après sa réunion à l'Anambio, il entre dans le Cauca.

» Le volcan de Coconuco, ou Puracé, est dans la Cordillère centrale, non loin du point où commence la ramification des Andes; son sommet, couvert de neige, atteint l'altitude de 5100 mètres. Pour y parvenir, en partant de la ville de Popayan (1), on passe par Coconuco, où il y a une source thermale sur laquelle je reviendrai; puis, après avoir traversé le Cauca, on arrive à la Mission indienne de Puracé. En sortant de ce village, on entre dans une forêt d'arbres rabougris, à laquelle succèdent les *Pajonales*, espaces couverts de Graminées, remplaçant la végétation arborescente, à l'altitude de 3500 mètres. Plus haut, on rencontre cette singulière plante à tige et à feuilles laineuses, l'*Espeletia fraylejon.* A cette station, je fus assailli par une neige mêlée de grêlons sphériques de 12 à 15 millimètres de diamètre. Le vent soufflait du sud avec violence; on marchait dans cette direction; on était suffoqué: de temps à autre il fallait regarder au nord pour respirer. La végétation cessa au-dessus des *Espeletia.* Le sol était jonché de morceaux de soufre. Des jets de vapeurs sortaient de plusieurs crevasses. J'étais à l'*Azufral del Boqueron*, à l'altitude de 4360 mètres, sur un terrain creux, sur une croûte formée d'un mélange de boue (*moya*) et de soufre. Du bord d'une des fissures on apercevait de l'eau chaude fortement agitée par un dégagement soutenu de gaz acide carbonique; cette eau n'avait aucune saveur; son odeur, légèrement hépatique, disparaissait par le refroidissement.

» La principale émission de vapeur avait lieu par une ouverture circulaire de 35 centimètres de diamètre; le jet produisait un bruit des plus intenses. Je trouvai sa température de 86°,5 : c'est le point d'ébullition de l'eau à la hauteur à laquelle nous étions parvenu.

» Le sol éprouvait une trépidation incessante; à 5 mètres du jet de vapeur, un thermomètre marquait 49 degrés. La vapeur avait l'odeur de l'acide sulfhydrique; en la condensant à la superficie d'un vase plein de neige, on s'assura qu'elle ne renfermait pas d'acide chlorhydrique. Le gaz recueilli dans une fumerolle consistait en acide carbonique mêlé à une trace d'acide sulfhydrique.

---

(1) Popayan, altitude 1809 mètres.

» Au-dessus du Boqueron, à la limite inférieure de la neige, le baromètre indiqua l'altitude de 4670 mètres. La pente du Nevado étant peu inclinée, on pouvait espérer parvenir au sommet du Puracé; mais, à peine sorti de la solfatare, le vent souffla avec tant d'impétuosité que deux fois e fus renversé. Parvenu à environ 200 mètres au-dessous du point culminant, c'est-à-dire à 4900 mètres, la surface de la neige devint tellement dure et glissante qu'il fut impossible de faire un pas en avant.

» Les Indiens qui m'accompagnaient assuraient qu'à l'est du Boqueron il sort du rocher une source très-abondante, dont l'eau est fortement acide, et que, près de cette source, désignée sous le nom de *Grand Vinaigre*, coulent des ruisseaux acides, les *Petits Vinaigres*, qui entrent dans le torrent de San Francisco, l'un des affluents du Pasambiò. Je me dirigeai vers les sources chaudes; dans ces parages, le trachyte est en masses escarpées, ayant l'apparence de châteaux forts. On suivit une rampe si étroite qu'il était difficile de s'y tenir debout. Après avoir monté pendant une heure, on arriva sur une éminence d'où l'on voyait d'abondantes vapeurs; mais l'espace qui restait à franchir fut jugé impraticable à cause du verglas dont la roche était recouverte. Un épais brouillard nous enveloppa tout à coup, et ce n'est pas sans peine que nous pûmes arriver à la Mission du Puracé.

» L'Azufral del Boqueron n'offrait aucun phénomène igné : c'était une solfatare; or, dans les Cordillères, une solfatare n'est pas un volcan éteint, c'est un état de repos auquel succède, sans que rien le fasse pressentir, une prodigieuse et terrible activité.

» Ainsi le Puracé, si calme lorsque je le visitai, eut dans le cours de 1849 une série d'éruptions qui inondèrent le terrain environnant d'une boue liquide; en se consolidant, cette boue avait formé, au point d'émission, une enceinte circulaire de 100 mètres de diamètre, un véritable cratère d'épanchement. Les années suivantes, les tremblements de terre furent très-fréquents dans la province de Popayan : c'étaient les précurseurs de la catastrophe du 4 octobre 1869. A 3 heures du matin, le Puracé fit une éruption épouvantable; des pierres incandescentes, des cendres allèrent tomber à plusieurs lieues de distance; le lit de l'Anambiò, du Pasambiò, était encombré de boues sulfureuses. La Mission de Puracé fut détruite. Deux jours après, le 6 octobre, à 3 heures de l'après-midi, il y eut une seconde éruption; les projectiles atteignirent la ville de Popayan, située à plus de 16 kilomètres; des masses énormes d'une boue noire sulfureuse dévastèrent toute la contrée. Dans les Cordillères, ces émissions boueuses

(*moyas*) sont fréquentes, ce qui fait dire aux montagnards des Andes que leurs volcans lancent à la fois le feu et l'eau.

» De retour à la Mission de Puracé, je procédai à l'analyse de l'eau du Rio Vinagre, puisée au bas de la cascade de San Antonio.

» Dans 1 litre, on a dosé :

Acide sulfurique.....	1,1000 gr	$= SO^3,HO$	1,3475 gr
Acide chlorhydrique..	1,2117	= Cl	1,1784
Alumine...........	0,4028		
Chaux.............	0,1333		
Soude.............	0,1232		
Silice.............	0,0237		
	2,9947		

» J'ai trouvé que, en vingt-quatre heures, le Rio Vinagre débitait 34 785 mètres cubes d'eau. En partant de cette donnée, la rivière acide entraînerait par jour :

Acide sulfurique monohydraté...	46 873 kilogrammes
Acide chlorhydrique...........	42 150 »

Soit par an : 17 millions de kilogrammes d'acide sulfurique,
» 15 millions de kilogrammes d'acide chlorhydrique.

» *Volcan de Pasto.* — Pasto, en ligne directe, est à 38 lieues de Popayan, entre les Rios Juanambù et Guaytara, tributaires du Patia, qui débouche dans l'océan Pacifique; le volcan est à l'est de la ville. C'est au *sitio* de Genoe que commence l'ascension. Un torrent descend d'une grande hauteur en plusieurs cascades produisant un bruit assourdissant : l'eau contient de l'acide sulfurique et de l'acide chlorhydrique libres; son acidité est assez prononcée pour déterminer un dégagement de gaz hydrogène lorsqu'on la verse sur du zinc; quant à son volume, j'estime qu'il est trois fois aussi fort que celui du Rio Vinagre.

» En quittant les chutes de Genoe, on entra dans un bois tellement épais qu'il fallut ouvrir un sentier pour le traverser. La montée fut assez rapide jusqu'aux *Pajonales*, où je vis, non sans étonnement, des bouquets de Fougères arborescentes. Après quatre heures de marche, on atteignit la *Pamba de las Piedras* dite *Rumichaca* (1).

» De cette station, on découvrait le volcan; nous en étions séparés par une profonde anfractuosité de 400 mètres de largeur que les guides hésitèrent

(1) Rumichaca, altitude 3709 mètres.

d'abord à franchir. La descente fut d'autant plus facile que, une fois lancé, il n'était plus possible de se retenir; en moins d'une demi-heure, nous étions au fond de l'abîme, mais nous mîmes deux heures pour en sortir par la pente opposée. Après avoir passé l'obstacle qui faillit nous arrêter, nous nous élevâmes par une pente douce jusqu'aux fumerolles; nous n'étions pas dans un cratère, mais au milieu d'un amas de blocs de roches de toutes dimensions, entassés entre deux murs de trachyte. Dans ce terrain bouleversé, on voyait une ouverture de plusieurs centaines de mètres de longueur, d'où s'échappaient avec un sifflement formidable de nombreux jets de vapeur. Nous avions atteint une altitude de 4085 mètres.

» Le sol, près de la grande fissure, était continuellement agité; à des intervalles assez rapprochés, on entendait un bruit souterrain, le *bramido* (rugissement des tremblements de terre).

» Sur les parois de la crevasse, l'étain entra en fusion; le plomb placé à côté de l'étain ne fondit pas. Il en résulte que la température égale ou supérieure à 235 degrés n'atteignait pas 334 degrés. Il n'était pas possible de recueillir les gaz mêlés à de la vapeur aussi chaude: la manœuvre de l'appareil collecteur eût été impraticable; c'est dans une fumerolle dont la température ne dépassait pas 90°,5 que je réussis à m'en procurer une quantité suffisante pour exécuter une analyse.

100 de gaz donnèrent : acide carbonique............	78
Résidu non absorbable par la potasse................	22

» Le résidu non absorbable consistait en un mélange d'oxygène et d'azote dans le rapport où ces gaz se trouvent dans l'air atmosphérique.

» Cet air peut avoir été introduit accidentellement; il peut aussi provenir d'un appel déterminé par les courants de vapeur aqueuse traversant des fragments de roche fortement échauffés. Quoi qu'il en soit, le fait de l'air atmosphérique mélangé au gaz acide carbonique, constaté dans les volcans des Andes, s'est produit dans les analyses que M. Charles Sainte-Claire Deville a exécutées sur les gaz rejetés par les évents volcaniques de l'Italie méridionale. En effet, les conclusions de son important travail sont
» que les fumerolles anhydres non acides entraînent un mélange d'oxygène
» et d'azote dans la proportion sensiblement égale à celle de l'air normal,
» tandis que les fumerolles qui contiennent des traces de vapeur d'eau,
» d'acide chlorhydrique et d'acide sulfureux indiquent un défaut d'oxy-
» gène par rapport à l'azote. »

» Les fumerolles du Puracé et du Pasto n'entraînent ni acide chlorhydrique ni acide sulfureux, ainsi que je m'en suis assuré. Il y a toutefois cette différence entre les observations de M. Charles Sainte-Claire Deville et les miennes, que j'ai constamment trouvé de la vapeur aqueuse dans les gaz exempts d'acide chlorhydrique et d'acide sulfureux, rejetés par les évents volcaniques des Cordillères.

» *Volcan de Tuqueres.* — Le village indien de Tuqueres est à 8 lieues à l'ouest de Passo. Entre ces deux localités le terrain est coupé par une forte dépression. Le trachyte caché sous une alluvion reparaît près d'Imbué. De la plaine on relève deux cimes neigeuses : un volcan éteint, le Chile; un volcan en pleine activité, le Cumbal, où, à l'altitude de 4760 mètres, je fus témoin d'un singulier spectacle : un espace circulaire de 20 mètres de diamètre, d'ou s'élevait de la vapeur de soufre en combustion, au milieu d'un cercle de glace; les flammes bleues paraissaient sortir de la neige.

» Le volcan de Tuqueres est à trois heures de marche du village. De l'Alto de l'Azufral, on découvre un lac d'un beau vert, rappelant l'image d'une prairie. C'est un cratère, clos, sur la presque totalité de son contour, par une roche trachytique présentant les couleurs les plus variées; on pénètre dans son intérieur par une jetée naturelle, que termine un dôme de soufre. Du gaz recueilli à l'orifice d'une fissure fut entièrement absorbé par la potasse; c'était, par conséquent, de l'acide carbonique pur. Dans la vapeur d'une fumerolle, le thermomètre se maintint à 86 degrés; comme la hauteur du lac est de 3906 mètres, le point d'ébullition de l'eau à cette altitude serait de 87°,9.

» L'eau du lac vert doit sa couleur apparente au soufre qui en occupe le fond. Vue sous une faible épaisseur, elle est incolore, limpide; sa saveur est acide, stiptique ; comme l'eau du Rio Vinagre, elle renferme de l'acide sulfurique, de l'acide chlorhydrique libres. Sa température, à la base de la coupole de soufre, était de 27 degrés.

» On estime à 500 mètres la longueur du lac; la largeur moyenne ne dépasse pas 150 mètres. Je n'ai pu en déterminer la profondeur ; en l'évaluant à 5 mètres, le volume d'eau approcherait de 400 000 mètres cubes.

» *Volcans de Tolima et de Ruiz.* — La Cordillère centrale des Andes, entre le quatrième et le cinquième degré de latitude nord, offre deux passages généralement suivis pour communiquer de la vallée de la Magdalena dans la vallée du Cauca : le Quindiù, entre les villes d'Ibagué et de Cartago; l'Hervé, entre Mariquita et le district minéral de la Vega de Supia.

Ces chemins, quoique très-fréquentés, particulièrement celui du Quindiù, sont seulement praticables pour des piétons. C'est qu'à sa base la Cordillère est couverte de forêts d'un difficile accès et que, sur les hauteurs, le terrain est des plus accidentés. Ce n'est pas que les points culminants soient très-élevés. La plus grande altitude du Quindiù, le col del Aguito, est de 3390 mètres. Le paramo de Hervé ne dépasse pas 3174 mètres. Bien qu'en ligne directe la largeur de la montagne ne soit que de 12 à 14 lieues, on met de huit à dix jours pour la franchir. Les marchandises, et généralement les voyageurs, sont transportés à dos d'homme, par des Indiens, des mulâtres, qui font le pénible métier de *cargueros*.

» Entre les passages du Quindiù et d'Hervé, la Cordillère centrale a une très-grande élévation ; ses cimes, sur plusieurs points, sont couvertes de neige pendant toute l'année : c'est le pic de Tolima, haut de 5500 mètres ; puis, plus au nord, Ruiz dont j'ai trouvé l'altitude de 5900 mètres. Vus de loin, ces nevados paraissent se confondre ; c'est là une illusion provenant de ce qu'ils ne sont pas dans un même plan, et aussi parce que, à certaines époques, les intervalles qui les séparent sont couverts de neiges sporadiques.

» La protubérance de la Cordillère centrale entre Ibagué et Mariquita paraît être la conséquence de l'apparition du trachyte. En fait, cette roche manque dans les stations basses : elle est remplacée par le granit, le gneiss, le micaschiste passant au schiste argileux, au grunstein porphyrique.

» A peu de distance d'Ibagué, le micaschiste présente une particularité : une mine de soufre ouverte dans une gorge étroite. Du soufre pulvérulent est déposé dans des fissures. L'exploitation a lieu à ciel ouvert et par galeries qu'on ne prolonge pas à plus de 2 ou 3 mètres, par la raison qu'une fois engagé dans les travaux le mineur est obligé de retenir sa respiration, l'atmosphère dans laquelle il est plongé étant du gaz acide carbonique ; en outre, on y ressent une chaleur suffocante, quoique la température ne s'élève pas au-dessus de 20 degrés. Cette sensation, ainsi que je l'ai démontré, résulte de l'action que l'acide carbonique exerce sur la peau.

» Des fumerolles froides de l'Azufral du Quindiù il sort du gaz acide carbonique renfermant une trace d'acide sulfhydrique ; si l'on ajoute que le soufre a dû pénétrer à l'état de vapeur, on voit que ces émanations sont identiques à celles des fumerolles chaudes des volcans. Il semble donc que, tout en apparaissant dans la roche schisteuse, le soufre et le gaz acide carbonique proviennent du Tolima, sur lequel repose le micaschiste soulevé par le trachyte, ainsi que l'on peut s'en assurer dans le torrent de San Juan,

où l'on observe la superposition ou plutôt le contact des deux roches.

» Le pic de Tolima, lors de mon ascension, était considéré comme un volcan éteint. Sa dernière éruption datait du 12 mars 1595, à 1 heure du matin ; elle dévasta toute la province de Mariquita.

» De la vallée de la Magdalena, j'avais vu fréquemment de la fumée au-dessus du cône du Tolima, et, de la vallée du Cauca, j'avais aperçu, sur la pente occidentale du paramo de Ruiz, un grand espace noir faisant tache au milieu des neiges Je résolus d'aborder les glaciers de la Cordillère centrale par le côté méridional ; un botaniste plein de zèle, M. Goudot, consentit à m'accompagner dans cette expédition.

» Dans les Andes, pour atteindre le sommet d'une montagne, il n'y a qu'un moyen : remonter le cours des torrents qui en descendent. Le pic de Tolima est tout au plus à 2 lieues nord-nord-ouest d'Ibagué (1); néanmoins telles sont les aspérités du terrain, qu'il nous fallut cinq jours pour arriver à la limite des neiges. Le Combayma, que nous avons suivi, est un torrent des plus impétueux ; plusieurs fois dans une journée, pour passer d'une rive à l'autre, nous devions abattre des arbres pour établir un pont. Nous entrâmes dans la région des *Pajonales* et des *Espeletia* après trois jours de marche ; le cinquième jour nous établissions notre bivouac à une station que l'abondance du soufre nous fit nommer *el Azufral de Juan*, à l'altitude de 4120 mètres, et au milieu de blocs de trachyte ; il fallut atteindre la limite des neiges, à 4690 mètres, pour rencontrer la roche en place. Là, dans une large crevasse à parois verticales et dont le fond était une boue consolidée, mêlée à du soufre, il y avait une fumerolle dans laquelle le thermomètre se maintint à 50 degrés ; il s'en échappait de l'acide carbonique mêlé d'acide sulfhydrique, exactement le gaz des fissures du micaschiste du Quindiù.

» Pendant le temps que je passai au pic du Tolima, la température, au lever du soleil, fut de 1 à 2 degrés au-dessous de zéro. Chaque matin on voyait rouler des blocs de roches détachés du pic ; cette avalanche, dont j'ignore la cause, durait, en se ralentissant, jusqu'à midi. De notre station on distinguait nettement les deux autres nevados : à l'ouest-nord-ouest, celui de Santa-Isabela, portant trois mamelons ; au nord, le Ruiz, dont la longue ligne de neige est coupée vers son milieu par une zone noire ressemblant à un cratère. Le Tolima, le Santa-Isabela, le Ruiz forment un vaste et resplendissant amphithéâtre de glace.

(1) Ibagué, altitude 1323 mètres.

» En remontant le Rio Guali, qui traverse la plaine de Mariquita, comme nous avions remonté le Combayma, un jeune officier des mines, M. W. Degenhardt parvint à la base du paramo de Ruiz, à l'altitude de 3800 mètres, où il découvrit une source thermale acide extrêmement abondante et dont l'eau a, par sa composition, la plus grande analogie avec celle du Rio Vinagre du Puracé. Sa température était de 69°, 4. L'analyse en a été faite, à ma prière, par M. H. Lewy, dans le laboratoire de M. Henri Sainte-Claire Deville.

» Dans 1000 parties, on a dosé :

Acide sulfurique..............	5,181	
Acide chlorhydrique...........	0,881 = Chlore.....	9,856
Alumine.......................	0,500	
Chaux.........................	0,140	
Soude.........................	0,360 = Sodium...	0,267
Magnésie......................	0,320	
Oxyde de fer FeO..............	0,164	
Silice........................	0,183	
	7,729	

» L'eau de la source de Ruiz contient, en effet, les mêmes acides libres, les mêmes sels alcalins et terreux que l'eau du Rio Vinagre, mais en proportions plus fortes : ainsi elle renferme cinq fois autant d'acide sulfurique (1). »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation mécanique qui correspond à l'équation* $\int \frac{dQ}{T} = 0$; par M. R. Clausius.

« M. A. Ledieu a communiqué à l'Académie, dans la séance du 26 janvier, des recherches mathématiques intéressantes, dont le résultat est une expression du travail élémentaire relatif au mouvement de changement de disposition intérieure d'un corps, en fonction de la variation, tant de sa force vive moyenne vibratoire que de la durée des vibrations atomiques. En désignant par X_θ, Y_θ, Z_θ les composantes des actions moléculaires extérieures et par X_φ, Y_φ, Z_φ les composantes des actions moléculaires intérieures auxquelles un atome est soumis, par $\frac{mB^2}{2}$ la force vive vibratoire de l'atome et par τ la durée d'une vibration, il détermine ce travail par

(1) La suite de cette Communication sera donnée dans le prochain numéro des *Comptes rendus*.

l'équation

$$\Sigma(X_\theta\,\partial x+Y_\theta\,\partial y+Z_\theta\,\partial z)+\Sigma(X_\varphi\,\partial x+Y_\varphi\,\partial y+Z_\varphi\,\partial z)=-\frac{\Sigma m\,\delta B^2}{2}-\Sigma m\frac{\delta\tau}{\tau}B^2.$$

» Dans un Mémoire que j'ai publié en 1870 sur le même sujet (*), j'ai donné, sous le n° 30, l'équation suivante :

$$-\sum(X\,\partial x+Y\,\partial y+Z\,\partial z)=\sum\frac{m}{2}\,\delta(v^2)+\sum mv^2\,\delta\log i.$$

Dans cette équation, X, Y, Z sont les composantes de la force exercée sur un atome par les actions extérieures et intérieures prises ensemble, $\frac{m}{2}v^2$ désigne la force vive d'un atome et i la durée d'un mouvement périodique. On voit par là que les deux équations sont identiques.

» Qu'il me soit permis, à cette occasion, d'appeler l'attention de l'Académie sur une équation encore plus générale, que j'ai établie dans un Mémoire publié en juin 1873 (**).

» Soit donné un système de points matériels, soumis à des forces qui ont une fonction de force que nous désignerons par U. Nous supposerons que le mouvement des points soit stationnaire, mais dans un sens très-général. Lorsqu'on parle du mouvement périodique d'un point, on suppose ordinairement que les trois coordonnées du point changent périodiquement et ont toutes les trois la même période. Si, au contraire, les coordonnées, en changeant périodiquement, ont des périodes différentes, le mouvement est plus compliqué, mais pourtant stationnaire. On peut supposer, plus généralement encore, que les coordonnées des points du système donné ne changent pas périodiquement, mais qu'il y ait d'autres variables qui peuvent servir à déterminer des positions des points et qui changent périodiquement, suivant des périodes qui sont différentes pour les différentes variables. C'est cette supposition dont nous ferons usage provisoirement pour fixer les idées, en nous réservant de la généraliser davantage dans la suite de cette Note.

(*) Sur la démonstration du second théorème fondamental de la théorie mécanique de la chaleur par des principes mécaniques (*Comptes rendus de la Société rhénane des Sciences naturelles*, 1870); *Annales de Poggendorff*, t. CXLII, et traduit en anglais dans le *Philosophical Magazine*, 4e série, t. XLII.

(**) Sur un nouveau théorème mécanique relatif à des mouvements stationnaires (*Comptes rendus de la Société rhénane des Sciences naturelles*, 1873; *Annales de Poggendorff*, t. CL, et traduit en anglais dans le *Philosophical Magazine*, 4e série, t. XLVI).

» Nous désignerons les variables qui déterminent les positions des points matériels par $q_1, q_2, \ldots, q_n$, et leurs coefficients différentiels par rapport au temps par $q'_1, q'_2, \ldots, q'_n$. Alors on peut considérer U comme une fonction de $q_1, q_2, \ldots, q_n$, et la force vive T du système de points comme une fonction de $q_1, q_2, \ldots, q_n$ et de $q'_1, q'_2, \ldots, q'_n$. On sait que cette dernière fonction est une fonction homogène du second degré, par rapport aux quantités $q'_1, q'_2, \ldots, q'_n$, et satisfait, par conséquent, à l'équation

$$(1) \qquad 2\mathrm{T} = \frac{d\mathrm{T}}{dq'_1} q'_1 + \frac{d\mathrm{T}}{dq'_1} q'_2 + \ldots + \frac{d\mathrm{T}}{dq'_n} q'_n.$$

En désignant les coefficients différentiels partiels que cette équation renferme par $p_1, p_2, \ldots, p_n$, et en employant le signe de la sommation, on peut lui donner la forme plus simple

$$(2) \qquad 2\mathrm{T} = \Sigma pq'.$$

» Nous nommerons encore $i_1, i_2, \ldots, i_n$ les périodes des variables $q_1, q_2, \ldots, q_n$ qui changent périodiquement, et, enfin, nous représenterons la valeur moyenne d'une quantité variable quelconque en surmontant d'un trait horizontal le symbole qui représente la quantité variable.

» Supposons maintenant que le mouvement stationnaire donné se modifie infiniment peu. Cette modification peut être occasionnée par une transposition des points matériels, ou par un changement de leurs vitesses, ou enfin par cette circonstance que les forces qui agissent sur les points matériels ont changé. Pour exprimer cette dernière circonstance, nous supposerons que la fonction de force U contienne, à côté des variables $q_1, q_2, \ldots, q_n$, une ou plusieurs constantes $e_1, e_2, \ldots$, et que ces constantes aient d'autres valeurs dans le mouvement modifié que dans le mouvement donné.

» En comparant ces deux mouvements entre eux, nous désignerons les valeurs que prennent les constantes $e_1, e_2, \ldots$, les périodes $i_1, i_2, \ldots, i_n$, et les quantités $\overline{\mathrm{U}}$ et $\overline{\mathrm{T}}$, dans le mouvement modifié, par $e_1 + \delta e_1, e_2 + \delta e_2, \ldots$; $i_1 + \delta i_1, i_2 + \delta i_2, \ldots, i_n + \delta i_n$; $\overline{\mathrm{U}} + \delta\overline{\mathrm{U}}$ et $\overline{\mathrm{T}} + \delta\overline{\mathrm{T}}$. Alors l'équation que j'ai donnée dans le Mémoire cité s'écrit comme suit :

$$(\mathrm{I}) \qquad \delta(\overline{\mathrm{U}} - \overline{\mathrm{T}}) = \sum \overline{pq'}\, \delta \log i + \sum \overline{\frac{d\mathrm{U}}{de}}\, de;$$

le premier signe de sommation se rapporte aux variables $q_1, q_2, \ldots, q_n$, et le second aux constantes $e_1, e_2, \ldots$, renfermées dans la fonction U. Cette

équation peut servir à déterminer la valeur moyenne $\overline{U} - \overline{T}$ en fonction des quantités $i_1, i_2, \ldots, i_n$ et $e_1, e_2, \ldots$.

» Dans ce qui précède, nous avons supposé que les variables $q_1, q_2, \ldots, q_n$ changent périodiquement, et nous avons désigné leurs périodes par i_1, $i_2, \ldots, i_n$; mais l'équation (I) est aussi applicable à des mouvements stationnaires qui ne remplissent pas cette condition. Seulement il faut définir, dans ce cas, les quantités $i_1, i_2, \ldots, i_n$ d'une manière plus large.

» Dans mon Mémoire de 1870, j'ai introduit, pour traiter des changements périodiques, une quantité que j'ai nommée la *phase* du changement. En considérant une quantité quelconque qui a dans ses changements la période i, j'ai déterminé le temps t, compté à partir d'un instant quelconque, par l'équation

$$t = i\varphi, \tag{3}$$

où φ désigne la *phase* du changement. Dans le mouvement modifié, où la période du changement est $i + \delta i$, j'ai compté le temps à partir d'un instant où la quantité q a une valeur infiniment peu différente de celle qu'elle avait, dans le mouvement donné, à l'instant qui a été pris pour origine du temps. En désignant alors le temps, dans le mouvement modifié, par t', j'ai formé l'équation

$$t' = (i + \delta i)\varphi. \tag{4}$$

» En m'appuyant sur ces deux équations, j'ai posé que deux temps t et t', qui appartiennent à une même valeur de φ, *se correspondent* l'un à l'autre, et, d'après cela, j'ai nommé *valeurs correspondantes* de la quantité q chaque couple de valeurs qui appartiennent à des temps correspondants, ou à une même phase. La différence entre les valeurs correspondantes ainsi définies est ce que j'ai nommé la *variation* de q; je l'ai désignée par δq. Une variation de cette nature a un caractère important, qui la distingue d'autres variations, à savoir qu'elle ne croît pas continuellement avec le temps jusqu'à devenir finie, mais reste toujours infiniment petite, en changeant périodiquement comme la quantité q elle-même.

» En faisant usage de cette sorte de variations, et en désignant les valeurs initiales des quantités variables $q_1, q_2, \ldots, q_n$; $p_1, p_2, \ldots, p_n$ par $k_1, k_2, \ldots, k_n$; $h_1, h_2, \ldots, h_n$, nous formerons l'expression suivante :

$$\sum \frac{p\,\delta q - h\,\delta k}{i}.$$

» Il résulte de la remarque que nous venons de faire sur les variations

que cette expression devient d'autant plus petite que le temps t, qui se trouve au dénominateur, devient plus grand, et, de même, on peut dire de la valeur moyenne de cette expression qu'elle s'évanouit pour un temps très-grand.

» Si maintenant nous abandonnons la supposition que les variables q_1, $q_2, \ldots, q_n$ changent périodiquement, et que nous supposions seulement que le mouvement soit stationnaire, nous pourrons néanmoins introduire pour chaque variable un certain intervalle de temps comme durée moyenne de ses changements. En désignant ces intervalles par $i_1, i_2, \ldots, i_n$, nous procéderons comme plus haut. Nous déterminerons les phases des diverses variables par les équations

$$(5) \qquad t = i_1 \varphi_1 = i_2 \varphi_2 = \ldots = i_n \varphi_n;$$

nous prendrons, comme variation d'une variable, la différence entre les valeurs de la variable qui appartiennent, dans les deux mouvements, à une même phase, et nous formerons, au moyen de ces variations, l'expression

$$\sum \frac{p\,\delta q - h\,\delta k}{t}.$$

» A l'aide de cette expression, nous pourrons formuler notre théorème comme suit : *Dans tous les cas où l'on peut, par un choix convenable des intervalles de temps* $i_1, i_2, \ldots, i_n$, *faire évanouir la valeur moyenne de cette expression pour un temps très-grand, l'équation* (I) *est valable.*

» On peut donner encore d'autres formes intéressantes à l'équation (I). En vertu de l'équation (2), on peut la transformer en

$$(\mathrm{II}) \qquad \overline{\delta \mathrm{U}} = \frac{1}{2} \sum \overline{pq'}\, \delta \log(\overline{pq'}\, i^2) + \sum \overline{\frac{d\mathrm{U}}{dt}}\, \delta t,$$

et en posant

$$(6) \qquad \mathrm{E} = \mathrm{U} + \mathrm{T} = \overline{\mathrm{U}} + \overline{\mathrm{T}},$$

où E est l'énergie totale du système donné, on peut écrire

$$(\mathrm{III}) \qquad \delta \mathrm{E} = \sum \overline{pq'}\, \delta \log(\overline{pq'}\, i) + \sum \overline{\frac{d\mathrm{U}}{dt}}\, \delta t. \text{ »}$$

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur l'osselet huméro-capsulaire de l'Ornithorhynque.* Note de M. Ch. Martins.

« La Communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie (*Comptes rendus*, 12 janvier 1874, p. 107 de ce volume) sur les extrémités antérieures

des Monotrèmes, a été l'objet (séance du 2 février, p. 360 de ce volume) d'une remarque critique de la part de M. le Dr Alix. Il pense que j'ai eu tort d'assimiler l'osselet intracapsulaire de l'Ornithorhynque à celui qui a été signalé par Nitzch dans les Oiseaux. Cette assimilation n'est pas de moi, mais de M. Richard Owen (*On the os humerocapsular of the Ornithorhyncus* dans *Report of the british Association*, 1848. — *Transactions of the sections*, p. 79). Je partage complétement l'opinion de l'illustre zoologiste anglais. En effet, dans la comparaison des caractères anatomiques d'une *classe* du règne animal à ceux d'une autre *classe*, les détails minutieux doivent être négligés. Que cet osselet soit en connexion dans les Oiseaux avec un muscle, dans l'Ornithorhynque avec deux autres muscles voisins, cela est sans importance. Le fait capital c'est que, dans l'Ornithorhynque comme dans les Oiseaux, il y a tendance à formation osseuse autour de l'articulation scapulo-humérale. Il en est exactement de même quand on compare les ossifications de la sclérotique qui, malgré leurs prodigieuses différences comme nombre, comme étendue, comme formes, comme consistance, n'en sont pas moins un trait analogique commun aux Monotrèmes, aux Oiseaux, aux Reptiles et même aux Poissons. Ces analogies secondaires, venant s'ajouter à d'autres des plus importantes, les complètent, les confirment et étayent la doctrine qui assigne une origine commune à ces différentes classes d'animaux. »

RAPPORTS.

MÉCANIQUE ANIMALE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Marey, *concernant le point d'appui de l'aile sur l'air.*

(Commissaires : MM. Bertrand, Resal; M. Tresca, rapporteur.)

« M. Marey, professeur au Collége de France, a présenté à l'Académie, le 12 janvier dernier, un Mémoire relatif à la physiologie du vol des Oiseaux, sous le titre de : *Du point d'appui de l'aile sur l'air.* Dans cette Note, il rappelle qu'il avait antérieurement communiqué les résultats d'une série d'expériences destinées à déterminer les différents mouvements de l'aile de l'Oiseau pendant le vol, et les réactions que ces mouvements impriment au corps de l'animal.

En renvoyant l'examen du travail de M. Marey à une Commission composée de MM. Bertrand, Tresca et Resal, l'Académie a pensé, sans doute, que les appareils ingénieux dont l'auteur s'est servi déjà dans un très-grand

nombre d'expériences, qu'il a poursuivies sur les phénomènes de la mécanique animale, appelaient l'attention du monde savant et qu'il convenait de profiter de l'opportunité offerte par la présentation du Mémoire actuel pour apprécier ces appareils dans leur mode de fonctionnement plus encore que par les résultats qu'ils ont permis déjà de constater. C'est dans cette pensée que nous venons rendre compte de nos appréciations sur le travail important que nous avions à examiner, laissant ainsi à une compétence plus spéciale le soin de caractériser les observations ou les découvertes de M. Marey au point de vue physiologique.

» La plupart des appareils de M. Marey sont parfaitement décrits et figurés dans son récent Ouvrage intitulé la *Mécanique animale,* ouvrage où les vues nouvelles abondent et où le fait se dégage toujours d'observations très-délicatement recueillies et discutées.

» Le livre III de cet Ouvrage est consacré à la locomotion aérienne des Insectes et des Oiseaux, et le Mémoire actuel en est un complément qui sera certainement suivi encore d'autres recherches sur le même sujet. M. Marey a, en quelque sorte, créé, par la précision qu'il a su y apporter, ce genre d'observations, et il lui est sans doute réservé d'y faire encore de nouvelles investigations.

» Dans ses remarquables études sur le vol des Insectes, M. Marey s'est servi de divers appareils enregistreurs ou transmetteurs, les uns destinés à constater les mouvements réalisés par les organes qu'il veut étudier, les autres à les produire artificiellement. Les enregistreurs sont, le plus ordinairement, formés d'un cylindre sur lequel est appliquée une feuille de papier, noircie au noir de fumée; le cylindre tourne sous l'action d'un appareil d'horlogerie; les durées de chaque déplacement angulaire peuvent être écrites en même temps par un style mû par la branche vibrante d'un diapason, pendant que le phénomène à enregistrer, quel qu'il soit, se trouve caractérisé par un tracé simultanément effectué, en regard du premier et sur la même feuille de papier.

» Quant au transmetteur, qui constitue peut-être le moyen le plus original de toutes les dispositions réalisées par M. Marey, il se compose presque toujours d'une membrane appliquée sur une sorte de tambour métallique, et cette membrane, qui doit transmettre les efforts destinés à produire les phénomènes à observer, est successivement tendue et détendue; sa seule communication avec une pompe ou tout autre appareil analogue détermine la compression de l'air emprisonné dans un tube intermédiaire fixe ou rigide, destiné à établir la communication entre les deux extrémités de sys-

tème en expérience. Les effets sont ainsi transmis à distance ; ils peuvent varier à volonté dans leur amplitude, dans la rapidité de leur succession et dans leur intensité, de manière à se prêter merveilleusement à toutes les études à faire.

» En ce qui concerne le vol des Insectes, M. Marey ne s'est pas borné à la seule constatation, si intéressante qu'elle pût être, du nombre, de la rapidité et de l'étendue des coups d'ailes ; il a déterminé les déformations que leur mode d'action y fait naître, par suite de la résistance qu'elles rencontrent dans l'air, et il ne s'est tenu pour satisfait que lorsqu'il lui a été donné de reconstituer, sur des appareils entièrement artificiels, les mêmes faits et les mêmes constatations que sur l'Insecte lui-même. On peut ainsi dire que ses vues sur ce sujet se trouvent tout à la fois vérifiées par l'analyse et par la synthèse, et qu'ainsi elles se trouvent établies, au point de vue scientifique, avec toute l'autorité nécessaire, celle du fait désormais indiscutable.

» En ce qui concerne le vol des Oiseaux, les difficultés étaient plus grandes, car il ne suffisait plus de forcer l'animal à voler dans des conditions déterminées ; il fallait encore le munir d'appareils qui ne gênassent point ses mouvements, qu'il transporterait avec lui au besoin, et qui cependant fussent suffisants pour porter au loin, sur les feuilles d'enregistrement, les moindres détails de ses allures. Quels sont, dans les différentes circonstances du vol, pour l'animal attelé ou en liberté, la durée de chacun des battements de ses ailes, leur amplitude, l'effort développé? Tel est le champ d'investigations que M. Marey s'est efforcé de parcourir. Si, sur ce dernier point, ses déterminations ne peuvent être considérées pour décisives, du moins pour les autres il a résolu toutes ces questions, qui peuvent dès maintenant se prêter, à l'aide des lois établies avec tant de précision dans le grand travail de MM. Piobert, Morin et Didion, à des calculs d'une certaine sûreté, alors qu'elles n'auraient pu précédemment être envisagées qu'au moyen d'hypothèses absolument gratuites, en l'absence de toute observation précise, de la nature de celles que les appareils de M. Marey lui ont permis de réaliser.

» Si, à la suite de ces indications rétrospectives sur les appareils de M. Marey nous revenons à la Note du 12 janvier, nous devons, sous une forme plus particulière, exprimer notre opinion sur les résultats qui y sont formulés.

» L'aile triangulaire, articulée suivant un des côtés au corps de l'animal et qui prend dans l'air un point d'appui pendant son abaissement, se

trouve bien, suivant les indications de l'auteur, au point de vue des résistances normales, supposées proportionnelles au carré de la vitesse, dans les mêmes conditions que si la résultante de ces résistances était appliquée aux trois cinquièmes de la longueur de l'aile, et cette indication paraît corroborée par les conditions matérielles dans lesquelles M. Marey est parvenu à déterminer le mouvement ascensionnel de l'Oiseau pendant que s'effectue le coup d'aile descendant. Ce résultat apporte certainement une grande lumière sur l'intensité des résistances et sur leur efficacité relativement à l'élévation de l'animal.

» Cependant l'auteur n'a pas craint de poursuivre son étude, et, ayant remarqué que le soulèvement de l'oiseau artificiel exigeait des coups d'ailes beaucoup plus rapides que les oiseaux véritables, assujettis aux expériences ou en liberté, il en a conclu que la résistance de l'air était pour ceux-ci beaucoup plus grande, par suite du repos relatif des couches d'air avec lesquelles leur mouvement rapide de translation les met successivement en contact, l'inertie des couches d'air sous-jacentes leur permettant ainsi d'y trouver un point d'appui aussi résistant pendant toute la durée de l'abaissement de l'aile.

» Cette explication tout à fait plausible avait été donnée déjà par MM. Planavergne, en 1870, dans un Mémoire adressé par eux à l'Académie des Sciences, ainsi que M. Marey s'est empressé de le reconnaître aussitôt qu'il a eu connaissance de leur réclamation de priorité.

» Cette priorité n'existe toutefois que pour l'explication en principe, et les différents modes de vérification qu'il a tentés appartiennent à M. Marey. Cette vérification était difficile à faire, et il ne fallait rien moins que l'habileté acquise dans les expériences antérieures pour parvenir à la réaliser; voici dans quelles conditions :

» Une machine à vapeur ou une machine électro-magnétique, fonctionnant à l'état de régime constant, agit sur une pompe à déplacement d'air qui transmet à la membrane flexible, déjà décrite, une pression déterminée à chaque pulsation ; cette membrane actionne à son tour les organes d'abaissement simultané des ailes d'un oiseau artificiel, et M. Marey admet que la quantité de travail ainsi transmise est absolument constante, soit que l'oiseau reste en repos ou qu'il soit animé d'une vitesse de translation plus ou moins grande, cette vitesse étant d'ailleurs déterminée, par une force étrangère, autour d'un axe vertical auquel le support de l'oiseau est relié.

» Le résultat de l'expérience est celui-ci : lorsque l'oiseau est en repos, les mouvements d'ailes ont une plus grande amplitude, et celle-ci se trouve

réduite dans une grande proportion lorsque le mouvement de rotation devient plus rapide.

» La quantité constante de travail pour chaque évolution donnant lieu, dans ce dernier cas, à un déplacement moindre de l'aile, M. Marey en conclut, avec raison, que la résistance développée par l'air est plus grande. L'effet produit par la translation a lieu dans le sens prévu, mais nous ne pensons pas cependant que ce procédé puisse conduire à une mesure exacte de la résistance, attendu qu'une partie du travail moteur se trouve dépensée par le surcroît de résistance auquel donne lieu la translation de la membrane motrice, et peut-être aussi, s'il s'agissait d'une aile emplumée, par le jeu de l'air traversé, dans les interstices des plumes.

» M. Marey a opéré d'une autre façon encore, qui est peut-être plus probante. Il laisse glisser son oiseau sur un fil de fer tendu sous une certaine inclinaison, dans les conditions mêmes de l'expérience du plan incliné de Galilée. Dans cette expérience, l'aile est rabattue par un ressort, toujours le même, et qui développe ainsi sur elle la même quantité de travail, et, à l'aide d'appareils enregistreurs actionnés et interrompus par des courants électro-magnétiques, M. Marey a pu s'assurer, d'une manière certaine, de la durée exacte de l'abaissement. Pour ne citer qu'un seul chiffre, nous dirons qu'au repos l'abaissement de l'aile de l'oiseau artificiel se fait en $\frac{2}{10}$ de seconde, et il n'exige pas moins de $\frac{7}{10}$ de seconde, c'est-à-dire trois fois et demie autant pour l'oiseau animé d'une vitesse de translation de 4 à 5 mètres.

» Sous cette dernière forme surtout, l'influence de l'inertie de l'air sous-jacent est nettement indiquée, et pourrait même donner lieu à une mesure certaine si le ressort rabatteur avait été préalablement taré, quant au travail moteur qu'il peut fournir en revenant à sa disposition primitive.

» Il y aurait encore, dans ces conditions, à se rendre compte de l'influence de toutes les forces motrices et résistantes qui sont en jeu, et, s'il s'agissait d'une détermination numérique de la résistance de l'air, il serait impossible de considérer isolément le travail du ressort, pendant le mouvement de transport général, et de le mettre en parallèle seulement avec celui de la résistance normale de l'air au déplacement de l'aile, puisque les deux forces motrices, développées par le ressort et par l'action de la pesanteur, agissent simultanément, et que leur travail doit être représenté, tant par la force vive développée que par le travail des résistances normales et des résistances dues au frottement de l'air, non-seulement sur la face de l'aile, mais encore sur sa tranche et dans toutes ses anfractuosités. Aussitôt, d'ailleurs,

que l'air résiste, l'aile artificielle, aussi bien que l'aile naturelle, se déforme, et la projection de la surface déformée sur un plan perpendiculaire à la vitesse de translation peut acquérir une valeur notable qui ne permet plus d'en négliger l'influence.

» Ces réserves faites, il est cependant d'un réel intérêt de savoir, avec sûreté, par les expériences de M. Marey, que le phénomène se passe en réalité comme il l'avait prévu, et comme, avant lui, l'avait prévu M. Planavergne; dans des matières aussi délicates, il était déjà bien difficile de mettre en évidence le sens du phénomène, et il eût été peut-être impossible d'en avoir la notion expérimentale aussi précise sans le secours des ingénieux appareils de M. Marey.

» Ces appareils méritent toute l'attention de l'Académie; ils constituent certainement un progrès notable dans la série des appareils enregistreurs qui précisent les faits, en permettant de conserver, au moyen des tracés, la preuve de la réalité des phénomènes; M. Marey en a su faire d'ailleurs un grand nombre d'applications utiles; il possède l'art de les varier, de manière à les mieux approprier à chacun des buts qu'il poursuit, et les expériences dont nous venons de rendre compte seraient, à elles seules, une démonstration de leur fécondité.

» Nous aurions désiré, Messieurs, qu'il nous fût possible de vous demander l'insertion du Mémoire de M. Marey dans le *Recueil des Savants étrangers*, distinction qu'il mérite certainement à tous égards, mais il est conçu en termes si discrets que son texte entier figure aux *Comptes rendus*, et il ne nous reste, en conséquence, d'autre conclusion à formuler que celles qui consistent à vous proposer de remercier l'auteur de ses très-intéressantes communications, en l'engageant à persévérer dans un plan d'études tout à fait original, et qui lui fait un domaine à part dans la détermination expérimentale des différentes actions qui concourent au développement des phénomènes de la Mécanique animale. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Expériences pour rechercher si tous les nerfs vasculaires ont leur foyer d'origine, leur centre vaso-moteur, dans le bulbe rachidien;* par M. A. VULPIAN.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« On a déterminé, par des vivisections très-délicates, la région de la moelle d'où émergent les fibres vaso-motrices destinées à telle ou telle partie, soit aux membres, soit à la tête, etc. C'est là l'origine *apparente* de ces fibres; mais l'origine *réelle* des différents nerfs vaso-moteurs se fait-elle dans la substance grise de la moelle épinière, au voisinage du point où a lieu leur origine apparente?

» Un grand nombre de physiologistes, surtout en Allemagne, admettent et professent que les nerfs vaso-moteurs ne naissent pas, en réalité, dans la moelle épinière. Tous ces nerfs auraient leur véritable foyer d'origine dans le bulbe rachidien. Leurs fibres, par conséquent, devraient parcourir un trajet plus ou moins long dans la moelle, suivant le point au niveau duquel ils émergent de cette partie des centres nerveux, pour se rendre à telle ou telle région du corps. Le bulbe rachidien serait donc le foyer unique d'origine de tous les nerfs vaso-moteurs (à l'exception de ceux des viscères abdominaux, suivant M. Schiff); il serait le centre de toutes les actions vaso-motrices réflexes, le point de départ de l'excitation permanente qui entretient partout le *tonus* vasculaire. Ce serait le *centre vaso-moteur*, comme on l'appelle; et aujourd'hui l'existence de ce centre est si peu mise en doute, qu'on voit son intervention figurer à chaque instant dans les théories physiologiques des expérimentateurs et des médecins.

» Je ne puis pas entreprendre ici une discussion en règle de cette hypothèse: je veux me borner à exposer brièvement les données expérimentales et cliniques qui me paraissent devoir la faire rejeter, ou du moins la faire profondément modifier. J'ai fait un grand nombre d'expériences relatives à cette question; voici celles qui me paraissent le plus significatives.

» I. Si tous les nerfs vaso-moteurs provenaient d'un centre unique, situé dans le bulbe rachidien, une section transversale de la moelle épinière, faite au niveau de la partie supérieure de la région cervicale, devrait paralyser complétement tous les vaisseaux, dans tous les points du corps,

et aucune autre lésion, soit de la région dorsale de la moelle, soit des nerfs vaso-moteurs eux-mêmes, ne devrait pouvoir augmenter cette paralysie.

» Or, si l'on coupe transversalement la moelle épinière, au niveau de la seconde vertèbre cervicale, sur un mammifère curarisé et soumis à la respiration artificielle, et si l'on note la température des membres postérieurs après cette opération, on pourra voir, si l'on fait sur le même animal une hémisection transversale de la moelle, vers le milieu de la région dorsale, la température s'élever encore quelque peu dans les deux membres postérieurs; surtout, en général, dans le membre du côté correspondant. Sur des grenouilles non curarisées, en opérant de même, on pourra constater directement que les vaisseaux de la membrane interdigitale, du côté de l'hémisection médullaire, sont plus dilatés que ceux de l'autre membre postérieur.

» Je dois dire que cette expérience ne donne pas des résultats absolument constants, du moins chez les mammifères; mais il n'en est pas de même si l'on coupe l'un des nerfs sciatiques sur un animal (chien, lapin, cobaye, grenouille) qui a subi une section transversale complète de la moelle cervicale, près du bulbe rachidien. Les vaisseaux du membre postérieur, du côté où le nerf est coupé, se dilatent plus que ceux de l'autre membre postérieur. Ce fait avait déjà été signalé, en 1855, par M. Schiff. J'ai vu aussi, mais non constamment, la section du cordon cervical du sympathique, faite sur des mammifères, après que la moelle cervicale avait été coupée transversalement dans sa région supérieure, produire une nouvelle élévation de température dans l'oreille correspondante.

» On peut conclure de ces expériences que les vaisseaux, malgré la section transversale de la moelle cervicale, conservent encore un certain degré de contraction tonique, et que ce *tonus* n'est aboli complétement que lorsque les nerfs vaso-moteurs sont séparés de leurs centres d'origine intra-médullaires par des lésions portant sur leur trajet, soit dans la moelle épinière, soit en dehors de cet organe. On ne peut donc pas admettre que tous les nerfs vaso-moteurs aient leur foyer d'origine dans le bulbe rachidien.

II. Si tous les nerfs vaso-moteurs ne pouvaient recevoir des excitations réflexes que par l'intermédiaire du bulbe rachidien, si le *centre vaso-moteur réflexe*, pour employer l'expression reçue, était localisé dans cette partie de l'encéphale, toute action vaso-motrice réflexe devrait être impossible, lorsque la moelle épinière a subi une section transversale, en arrière de la moelle allongée.

» Or j'ai constaté que l'on peut, sur un animal chez lequel on a coupé transversalement la moelle, vers la partie antérieure (ou supérieure) de la région dorsale, déterminer des actions réflexes vaso-constrictives dans les membres postérieurs. Voici comment je m'en suis convaincu. Sur un chien curarisé et soumis à la respiration artificielle, après avoir sectionné les deux nerfs vagues, puis la moelle, comme on vient de le dire, on introduit une aiguille thermo-électrique sous la peau du pied postérieur gauche, et une autre aiguille est placée sous la peau du pied antérieur gauche, ou bien laissée à l'air libre. Ces deux aiguilles sont reliées l'une à l'autre et mises en communication avec un galvanomètre à gros fil et à miroir. On découvre le nerf sciatique droit; on le coupe en travers, puis on électrise sa partie centrale à l'aide d'un fort courant interrompu. L'animal étant curarisé, il ne se produit aucune contraction des muscles de la vie animale; mais, au bout de quelques instants, l'aiguille du galvanomètre se dévie, et l'on s'assure que cette déviation indique un abaissement de température dans le membre postérieur gauche. Ce refroidissement, qui a lieu en moins d'une minute et demie à deux minutes, évalué en mesure thermométrique, ne dépasse pas $\frac{3}{10}$ de degré C.; mais il se produit chaque fois qu'on renouvelle l'expérience, et, par conséquent, il est constant. Il y a donc eu, sous l'influence de l'excitation du bout central du nerf sciatique droit, une action vaso-constrictive dans le membre postérieur gauche, malgré la solution complète de continuité de la moelle dorsale.

» Quant aux actions réflexes vaso-dilatatrices, elles se produisent aussi dans les mêmes conditions.

» Si l'on excite, à l'aide d'un acide ou d'une autre substance irritante, comme l'huile essentielle de moutarde, par exemple, la membrane interdigitale d'une grenouille, après qu'on a coupé, sur cet animal, la moelle épinière, immédiatement en arrière du bulbe rachidien, on peut voir se développer une congestion des plus nettes, non-seulement au niveau des points touchés avec la substance irritante, mais encore tout autour et jusqu'à une certaine distance de ces points.

» Si l'on ouvre largement la cavité abdominale d'un mammifère, sur lequel on a coupé transversalement la moelle cervicale, les vaisseaux intestinaux et mésentériques, sous l'influence de l'action excitante de l'air, se dilatent rapidement et le sang des veines acquiert bientôt une coloration plus rouge que dans l'état normal. Un effet du même genre, moins frappant peut-être, se manifeste dans les vaisseaux mis à nu par une plaie du tégument de l'abdomen ou des membres postérieurs.

» Enfin on peut facilement constater, à l'aide des courants thermo-électriques, l'action vaso-dilatatrice réflexe que produit dans un membre l'irritation de la peau de ce membre, malgré la section transversale de la moelle cervicale. Pour cela, les choses étant disposées sur un chien curarisé, comme dans l'expérience qui nous a servi à reconnaître les actions vaso-constrictives réflexes, on faradise l'extrémité des orteils ou la membrane interdigitale du membre postérieur, sous la peau duquel se trouve placée une des aiguilles thermo-électriques. On voit s'effectuer bientôt une déviation du galvanomètre, déviation qui indique une élévation de température dans le membre électrisé, et, par conséquent, une dilatation vasculaire réflexe.

» Les observations cliniques permettent de constater aussi, chez l'homme, la production de rougeurs réflexes sur la peau des membres inférieurs, lorsque ces membres sont paralysés par suite d'une lésion de la moelle épinière.

» D'autre part, dans toutes les lésions des centres nerveux, qui exaltent la réflectivité de la moelle épinière, on voit que les congestions réflexes se produisent plus rapidement et durent plus longtemps que dans les conditions normales. C'est ainsi que, chez les hémiplégiques, on provoque l'apparition de ces rougeurs réflexes au moyen d'excitations mécaniques, telles que le frottement d'une pointe mousse sur la peau, plus facilement et d'une façon plus durable, sur les membres paralysés que sur les membres sains. C'est encore ainsi que, chez les paraplégiques, lorsque la paralysie du mouvement est plus prononcée dans un membre que dans l'autre, on voit pareillement les excitations mécaniques du tégument cutané déterminer, dans le membre le plus paralysé, des rougeurs réflexes plus rapides et plus permanentes que dans le membre du côté opposé.

» Si l'on rapproche les unes des autres toutes ces données expérimentales et cliniques, il est impossible de croire à l'existence d'un centre vasomoteur unique, situé dans le bulbe rachidien. D'ailleurs, il faut bien le dire, cette hypothèse paraît bien peu acceptable, *a priori*, lorsqu'on songe que toutes les régions du corps peuvent être, par mécanisme d'action vasomotrice réflexe, le siége de constrictions ou de dilatations vasculaires circonscrites.

» Je conclus donc en disant : 1° qu'on n'est pas en droit d'admettre un centre vaso-moteur unique, siégeant dans le bulbe rachidien ; 2° que les nerfs vaso-moteurs ont, comme les nerfs musculo-moteurs de la vie animale, des centres spéciaux d'origine et d'action réflexe, échelonnés dans la

substance grise de la moelle épinière; que chacun de ces centres peut agir isolément sur les fibres vaso-motrices auxquelles il donne naissance, et qu'il peut subir séparément les diverses influences modificatrices qui font varier le *tonus* vasculaire. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Nouvelle carte topographique du massif du Mont-Blanc à l'échelle de* $\frac{1}{40000}$. Note de M. E. VIOLLET-LEDUC. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Faye, Janssen, Ch. Sainte-Claire Deville, Daubrée.)

(La carte présentée à l'Académie par M. E. Viollet-Leduc est accompagnée d'un grand nombre de dessins, et d'une Note explicative fort étendue. Cette Note, étant le résumé très-concis d'une masse considérable d'observations, ne pouvait être réduite aux limites réglementaires imposées aux articles des *Comptes rendus*. On cherchera seulement à donner une idée de la méthode suivie et des éléments réunis dans ce difficile et persévérant travail, en transcrivant textuellement les passages suivants de la Note explicative.)

« Ayant eu depuis longtemps l'occasion de parcourir les vallées qui entourent le massif du Mont-Blanc et de gravir quelques-uns de ses sommets, il m'a été démontré que l'on ne possédait pas une bonne carte de ce massif, et qu'il était difficile au voyageur, si habitué qu'il fût aux excursions alpestres, de se guider sûrement à l'aide des documents topographiques publiés jusqu'à ce jour.

» Ma première pensée fut donc de rectifier, pour mon usage personnel, les cartes existantes; mais, comme il arrive toujours en pareil cas, j'eus bientôt réuni une masse de renseignements qui, tout en me montrant les difficultés de la tâche, m'invitaient à pousser plus avant et à dépasser les limites que je m'étais d'abord imposées... Dès 1868, je pris donc la résolution de consacrer à cette étude le temps nécessaire.

» J'ai tenté de présenter un travail qui pût être utile aux voyageurs savants aussi bien qu'aux touristes, c'est-à-dire qui donnât exactement la figure des terrains, des érosions, des roches cristallines, des glaciers, et qui permît ainsi de ne point s'égarer d'abord, puis de se rendre compte des soulèvements, du système cristallin de ce massif, des dégradations qui ont modifié sa forme primitive, des lits successifs des anciens glaciers, de la position des moraines de tout âge, des cônes de déjection, des déchirures originelles, des alluvions, etc.

» Mon intention était, en un mot, de donner une image aussi exacte que possible de ce massif, comme pourrait la donner une série de photographies prises normalement à une dizaine de kilomètres de la surface terrestre.

» Je me suis entouré de tous les documents existants, dont une partie m'a été fournie, avec une extrême obligeance, par le Bureau topographique de la Guerre. J'ai réuni les photographies faites autour du massif ou sur quelques-uns de ses points intérieurs. MM. Civiale et Bisson ont mis à ma disposition les belles épreuves obtenues par eux.

» ... Il n'est pas douteux qu'à l'apogée de l'époque glaciaire les névés accumulés sur les rampes nord du massif du Mont-Blanc ont élargi le val de Chamonix, déjà indiqué par la disposition du soulèvement et une large brisure. Ces névés passaient alors, sous forme d'un grand courant glaciaire, par-dessus la crête du Prarion, sommet schisteux où ces glaces ont laissé, en fondant, des blocs de protogyne venant des Aiguilles-Vertes, du Drû et du Midi.

» Alors les glaciers des Bois, de Blaitière, des Pèlerins, des Bossons, de Taconnay, ne formaient qu'une seule nappe descendant des rampes du nord pour tourner brusquement vers l'ouest, et franchir la digue du Prarion, élevé de plus de 1000 mètres au-dessus du val des Ouches. Cette masse était assez compacte et puissante pour que les glaciers de l'Argentière et du Tour fussent contraints de se déverser directement vers le nord, en passant par le col des Montets, le val de Valorsine, et de descendre dans la vallée du Rhône par Salvan.

» Cependant le Prarion émergeait au-dessus du courant glaciaire et la mer de glace; le glacier des Bossons et celui de Taconnay remplissaient encore le fond du val, tournaient cette digue du Prarion et creusaient la gorge qui, des Ouches, descend par Châtelard dans la vallée de Sallanches.

» Alors aussi le col des Montets émergeait, et le glacier de l'Argentière, celui du Tour prenaient la direction de l'ouest, creusaient le val au droit de Lavancher, et se réunissaient au glacier des Bois, au droit de l'Aiguille-de-Bochard. Peu à peu, ce fleuve de glace s'abaisse en laissant sur ses bords des moraines et des blocs erratiques. Il s'abaisse surtout du côté du Brévent, à l'exposition du sud, d'autant que ses grands affluents sont sur l'autre bord ; puis il se tronçonne et chaque tronçon dépose sa moraine frontale dans la vallée. A cette époque, les glaciers de Blaitière et des Nantillons ne formaient qu'une seule nappe qui s'étendait du plan de

l'Aiguille à la crête du Mont-Anvers. Le glacier des Pèlerins était réuni à celui des Bossons. Ces glaciers firent encore des étapes de retrait, laissant voir leurs anciens lits à nu, se divisant suivant les mamelonnages de la roche et disparaissant même tout à fait.

» Du côté de l'Italie, dans le val Veni et le val Ferret, les phénomènes glaciaires ont un tout autre caractère. De ce côté, le massif du Mont-Blanc s'élève abrupt et ne présente pas, comme du côté du nord, une inclinaison générale assez douce. La coupe transversale du massif du sommet du Mont-Blanc au val de Chamonix donne un angle de 20 degrés. Du même sommet au lit de la Doire dans le val Veni, cette coupe donne un angle de 35 degrés. De plus, cet escarpement abrupt est exposé au midi; mais, d'autre part, le val Veni et le val Ferret sont beaucoup plus encaissés que n'est le val de Chamonix, et les chaînes qui abritent ces vallées du sud élèvent leurs crêtes généralement à une altitude supérieure à celles de la chaîne du Brévent et des Aiguilles-Rouges. Il en est résulté pendant longtemps deux lits glaciaires étroits et longs qui, descendant, d'une part, du col de la Seigne, du Miage, de la Breuva; d'autre part, du val Ferret, du Mont-Dolent, du Triolet de Friboutzie et des Jorasses se réunissaient à Entrèves et ont rompu la chaîne schisteuse au-dessus de Cormayeur; mais, de ce côté du massif, les petits glaciers affluents se sont bien plutôt retirés sur les hauteurs que du côté de Chamonix, et les phénomènes de fonte, aussi bien que les dégradations, affectent un caractère brusque qui contraste avec la lenteur des mêmes phénomènes sur le versant nord.

» ..... Saussure fait une observation qui m'avait frappé. Sans affirmer que la protogyne soit stratifiée, il prétend que cette pâte cristalline, aussi bien que celle qui compose le granite et la syénite, présente des couches concentriques en certains cas, comme le feraient des paraboloïdes superposés.

» Saussure avait bien observé; mais ce phénomène n'est apparent que sur les sommets qui ne sont pas entièrement ruinés.

» Il est probable que la sommité du Mont-Blanc n'a jamais été plus élevée qu'elle n'est aujourd'hui, et que la protogyne qui la compose forme des couches de retrait concentriques, paraboloïdes, enveloppant la surface du cône.

» Le sommet de l'Aiguille du Midi montre encore une partie de cette structure. Les prismes de protogyne, inclinés sur les rampes nord et ouest profondément altérées, se courbent en atteignant le sommet, s'arrondissent et se recouvrent en manière de calottes concentriques.

» Un de mes confrères, M. Révoil, a eu l'idée, il y a quelques années, d'appliquer le prisme de la chambre claire à la lunette, afin de pouvoir dessiner des ensembles à longue distance et à une grande échelle.

» Ayant reconnu le parti que l'on pouvait tirer du téléiconographe (c'est ainsi que M. Révoil appelle son instrument), pour l'étude des roches dont on a beaucoup de peine à distinguer la structure générale de près, et qu'on ne voit qu'imparfaitement de loin, j'ai fait faire, par un excellent constructeur, M. Lefebvre, un instrument plus précis, qui consiste en une planchette sur laquelle est fixée solidement et parallèlement une lunette. Le prisme de la chambre claire étant appliqué à l'oculaire de cette lunette, on dessine sur la planchette les objets éloignés, grandis en raison de la force de la lunette et de son éloignement de la planchette. Celle-ci se meut au moyen de cercles gradués dans le sens horizontal et dans le sens vertical, en entraînant la lunette dans son mouvement; aussi peut-on obtenir des figurés exacts, grandis, à longue distance, et faire, si bon semble, un panorama tout entier à une échelle vingt fois plus grande que celle apparente à 12 kilomètres de rayon. Le cercle horizontal étant gradué permet en même temps de prendre des angles.

» A l'aide de cet instrument, j'ai pu, du sommet du Brévent, des Grands-Mulets et du Grand-Plateau, reconnaître sûrement le mode de structure et de dislocation par retrait des grands cristaux qui composent le sommet de l'Aiguille du Midi, et dessiner les courbures dont je parlais tout à l'heure, de la Flégère et de Plan-Praz, obtenir des figurés très-grandis et par conséquent détaillés de l'Aiguille-Verte, de Grandes-Jorasses, etc., etc.; reproduire très-exactement et à une grande échelle des pentes supérieures du Mont-Anvers, la masse de calcaire qui constitue encore le sommet des Aiguilles-Rouges, et montrer comment ce témoin a glissé en partie sur les roches sous-jacentes érosées par les glaces. De Plan-Praz, j'ai pu aussi détailler les rochers rouges, et de la côte au-dessous du sommet du Mont-Blanc marquer, sur les rampes de l'Aiguille du Midi, des points de suture des schistes cristallins qui l'encaissent, à la base du côté nord, comme une écorce qui devait être souple pendant la période de soulèvement, puisqu'elle moule, pour ainsi dire, la protogyne et ne s'est point rompue.

» Cet instrument m'a permis aussi de dessiner, à longue distance et avec un grandissement considérable, les névés des altitudes supérieures, et de rendre compte ainsi des phénomènes de glissement et de chute de ces névés. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

BOTANIQUE. — *Organogénie comparée de l'androcée, dans ses rapports avec les affinités naturelles (Francoacées, Philadelphées, Ribésiées, classe des Géranioïdées)*; par M. AD. CHATIN.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

« J'ai dit que les Francoacées ne devaient pas être rattachées aux Éricoïdes, ni les Philadelphées aux Myrtoïdes; que les Ribésiées étaient bien, comme les Francoacées et les Philadelphées, des Saxifraginées. Il reste à en fournir sommairement les preuves.

» I. Les Francoacées d'Adrien de Jussieu n'ont cessé d'être un embarras pour les botanistes classificateurs jusqu'au moment où elles ont été, avec toutes les *Grossales* de Lindley, moins les Barringtoniées, vraies Myrtoïdes, comprises dans la classe des Saxifraginées, rapprochement que l'organogénie appuie. En effet, les étamines, en nombre double des sépales et des pétales, se produisent (*Francoa alba, F. sonchifolia*) dans l'ordre suivant : d'abord un premier verticille, qui se place au devant des sépales, puis le deuxième verticille, dont les quatre mamelons, alternes aux premiers-nés, apparaissent en avant des pétales. M. Payer dit ces derniers les plus internes; c'est le contraire qui a lieu. Après l'observation directe, la préfloraison du très-jeune bouton met ce point hors de doute. Il y a plus : les quatre carpelles sont oppositipétales, ce qui n'a lieu que dans celles des plantes diplostémones ayant, comme les Caryophyllées et les Saxifragées, le verticille staminal le plus interne opposé aux sépales. Le type floral des Francoacées, auquel ne change rien la formation tardive de huit glandules, est donc bien fixé : c'est celui des Crassulacées, des Saxifragées, etc.

» Mais les Francoacées sont-elles plutôt des Crassulacées que des Saxifragées, comme le veut Endlicher? L'albumen, très-développé, les rapproche davantage de celles-ci. Peuvent-elles être réclamées par les *Éricales*, où les place Lindley, d'accord avec le *Prodromus*, qui les met entre les Pyrolacées et les Monotropées? Moins encore, car les *Ericales*, bien qu'à androcée aussi du type Caryophyllé ou diplostémone centrifuge, sont essentiellement gamopétales et à anthères poricides privées de mésothèque fibreuse.

» II. Dans les Philadelphées, le *Deutzia* lie assez étroitement, par ses étamines bisériées, naissant et placées comme dans les Saxifrages et le *Francoa*, cette famille aux Saxifraginées. Le *Decumaria* ne diffère qu'en ce que,

devant chaque pétale, il se produit deux étamines, fait analogue à celui présenté par le *Monsonia*, le *Peganum*, le *Rheum* et le *Butomus*, avec ces deux différences que dans ces dernières plantes les couples d'étamines sont oppositisépales et premiers-nés.

» Quant au *Philadelphus*, polystémone, ses étamines premières-nées sont encore alternes aux sépales, l'évolution se continuant ensuite dans l'ordre centrifuge, comme pour le *Deutzia* et le *Saxifraga*, ce qui justifie la séparation des Philadelphées et des Myrtacées.

» III. Les Ribésiées ont un seul verticille staminal superposé aux sépales; jamais le verticille dernier-né des Saxifragées diplostémones n'y apparaît. On peut considérer cette famille, dont les fleurs à cinq étamines rappellent celles de l'*Heuchera*, comme des Saxifragées isostémones à fruit charnu. Les Ribésiées seraient donc par leur androcée aux Saxifragées comme les Paronychiées aux Caryophyllées, le *Dasystemon* au *Sedum*, etc. Elles sont un nouveau cas de ce fait général, savoir qu'il n'est pas de groupe naturel diplostémone de quelque importance, surtout parmi les plantes dyalipétales, qui n'ait des représentants isostémones.

» IV. Les Géranioïdées comprennent, avec les Géraniacées comme type, les Oxalidées, les Zygophyllées, les Linées, les Balsaminées et les Tropæolées, familles dont M. A. Brongniart rapprochait, toutefois avec un point de doute, les Limnanthées et les Coriariées.

» J'ai précédemment montré (*Ann. des Sc. natur.*, 4e série, t. V et VI) que ces deux dernières familles, en apparence seulement semblables aux Géraniacées, en diffèrent absolument par leur verticille staminal externe, qui est oppositisépale, par l'évolution centripète de l'androcée et par les carpelles alternes aux pétales; que les Tropæolées, bien que se rattachant à l'androcée centrifuge, etc., des Géraniacées, ont moins de rapports avec celles-ci qu'avec les Æsculinées. Je n'y reviendrai pas.

» V. Le même que dans les Caryophyllées, le type staminal des Géraniacées se voit bien dans le *Geranium*. Il se compose de deux verticilles qui naissent en deux fois, le verticille externe, qui est opposé aux pétales, paraissant le dernier. Le type floral est complété par un verticille de carpelles dont les parties alternent avec les étamines premières-nées. Cinq glandes, sans rapports anatomiques avec l'axe fibrovasculaire de la fleur, se montrent tardivement au talon des étamines sépalaires.

» L'androgénie de l'*Erodium* rappelle celle du *Geranium;* seulement les étamines du verticille dernier-né, très-retardées dans leur évolution, manquent d'anthères.

» Le *Pelargonium* a d'abord l'androcée du *Geranium;* mais plus tard un arrêt partiel de développement atteint le verticille opposé au pétale, dont l'étamine antérieure, parfois aussi les étamines latérales, passent à l'état d'appendices stériles. J'ai signalé des avortements analogues, portant sur quelques éléments du verticille staminal dernier-né, dans l'*Alsine,* le *Tropæolum,* etc.

» Comme l'a vu M. Payer, le *Monsonia* ne diffère du *Geranium* que par la production d'un couple d'étamines, au lieu d'une étamine solitaire, devant chaque pétale; même fait se montre dans le *Decameria* et le *Peganum.* D'ailleurs il n'y a pas dédoublement d'une étamine, comme l'indique ce botaniste, mais formation simultanée de deux étamines collatérales.

» Le *Rhynchotheca* (observé sur le sec) a bien l'androcée du *Geranium*, avec ses étamines oppositipétales plus courtes et extérieures dans la préfloraison, mais il manque de pétales : Géraniacée par ses ovules réduits à deux, Oxalidée par sa capsule, ses ovules anatropes et ses graines pourvues d'albumen, le *Rhynchotheca* paraît appartenir à celles-ci plutôt qu'à celles-là.

» VI. Les Oxalidées ont l'androcée diplostémone et à évolution centrifuge des Géraniacées, auxquelles elles empruntent même (comme beaucoup d'autres plantes à verticille staminal sépalaire interne au lieu d'être externe) les glandes placées en dehors et à la base des étamines premières-nées. Ce qui distingue les Oxalidées des Géraniacées n'est donc pas l'androcée, identique dans les deux familles, mais leur capsule, leurs graines albuminifères, le nombre et l'anatropie des ovules.

» J'ai vu l'*Averrhoa,* Oxalidée à fruit charnu, n'avoir souvent que sept ou neuf étamines fertiles (ce qui est l'état ordinaire du *Pelargonium*), par avortement d'une partie de verticille opposé aux pétales.

» VII. Les Zygophyllées (*Larrea*, *Porliera*, *Tribulus, Zygophyllum*) ont aussi en général l'androcée diplostémone et à production centrifuge des Géraniacées. Dans le *Peganum*, la production de deux étamines devant chaque pétale, au lieu d'une seule, porte le plus souvent à quinze le nombre de celles-ci. Le *Trichanthera* et le *Seetzenia* ont, au contraire, les fleurs isostémones par l'avortement, comme dans plusieurs Caryophyllées, Crassulacées, Saxifragées, etc., du verticille oppositipétale, ou dernier-né des types correspondants.

» Le *Melianthus* présente une altération considérable du type : méiostémone par l'avortement, ordinairement congénital, de l'étamine postérieure du verticille opposé aux sépales en même temps que de tout le verti-

cille pétalaire et sensiblement didyname, il a été apprécié très-diversement dans ses affinités : Géraniacée pour Adanson, genre *incertæ sedis* de Laurent de Jussieu, *Zygophylleis genus affine* d'Adr. de Jussieu, type de famille par Endlicher et Payer, vraie Zygophyllée dans l'*Énumération des genres de plantes cultivés au Muséum*, le *Melianthus* paraît devoir rester avec celles-ci au même titre que plusieurs Caryophyllées, Crassulacées, etc., isostémones ou méiostémones, restent près de leurs types.

» J'ai vu des fleurs de *Melianthus*, en cela pareilles à la plupart des Scrofularinées, avoir d'abord cinq mamelons staminaux qui, nés à la fois, se réduisaient plus tard à quatre par l'avortement de l'étamine postérieure, les deux étamines latérales restées plus courtes faisant d'ailleurs prévoir des Zygophyllées à deux étamines, cas qui se réalise chez un groupe très-voisin (Diosmées) dans le *Monniera*.

» VIII. Bien différentes des Géraniacées par le fruit, l'ovule et la graine, les Linées appartiennent cependant au même type symétrique. Le *Linum*, avec ses étamines sépalaires fertiles et ses staminodes opposés aux pétales et nés tardivement, répond à l'*Erodium*, tandis que le *Radiola*, franchement et toujours isostémone, rappelle le *Seetzenia* parmi les Zygophyllées.

» Par leur androcée d'origine diplostémone et à naissance centrifuge, les Linées tiennent à la fois aux Géraniacées et aux Caryophyllées, mais elles s'éloignent beaucoup plus, par leur graine, de celles-ci, auxquelles les réunissait L. de Jussieu.

» IX. Les Balsaminées (*Impatiens, Hydrocera*, ce dernier étudié sur le sec) ne présentent jamais que le verticille staminal alterne aux pétales, celui-là même qui naît le premier dans les Géraniacées diplostémones ; les carpelles restent oppositipétales, comme dans celles-ci.

» Oxalidées par le fruit et la graine, les Balsaminées isostémones tiennent, parmi les Géranioïdes, la place des Paronychiées et Chénopodées dans les Caryophyllinées.

» C'est ainsi que l'androgénie, après avoir signalé comme dissidentes, au milieu des Géranioïdes, les Limnanthées, les Coriariées et les Tropæolées, justifie le groupement des cinq autres familles de cette classe. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *De l'action des eaux douces sur le plomb métallique. Recherches par la méthode électrolytique.* Note de MM. **Mayençon** et **Bergeret** (de Saint-Léger), présentée par M. Boussingault.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Chevreul, Dumas, Balard, Peligot, Wurtz, Belgrand.)

« Dans le courant de l'année 1873 (1), nous avons publié un premier Mémoire sur l'absorption, la diffusion histologique et l'élimination des sels de plomb. Ces études nous ont conduits à conclure que les composés plombiques sont difficilement absorbés, et que, lorsqu'ils le sont, à la suite d'un usage longtemps continué à doses massives, ils imprègnent primitivement et spécialement le foie et la rate.

» Les récentes discussions qui ont eu lieu à l'Académie, sur la question de la dissolution du plomb dans les eaux douces, nous ont engagés à faire de nouvelles recherches par la méthode électrolytique. Ce n'est pas sans une certaine hésitation que nous présentons les résultats que nous avons obtenus; car, sur plusieurs points, ils diffèrent sensiblement de ceux auxquels sont arrivés les plus habiles chimistes.

» *L'hydrogène sulfuré n'est pas un réactif suffisant pour déceler de petites quantités de plomb.* — Jusqu'à présent, le réactif regardé comme le plus sensible, pour déceler le plomb en dissolution, a été l'acide sulfhydrique. Il ressort de nos expériences qu'il n'est pas suffisant, le sulfure de plomb étant légèrement soluble dans l'eau saturée d'hydrogène sulfuré et dans les eaux douces naturelles.

» 1° Si, dans de l'eau contenant un sel de plomb, on fait passer un excès d'hydrogène sulfuré et qu'on filtre, tout le plomb ne reste pas sur le papier; la liqueur claire en renferme encore. On s'en assure en y faisant passer le courant d'une pile; le fil de platine représentant l'électrode négative se voile alors par le dépôt du plomb déterminé par électrolyse. Ce plomb est mis en évidence de la manière suivante : le fil voilé est exposé quelques secondes au chlore gazeux; le plomb, s'il y en a, est ainsi transformé en chlorure; on le dépose, par une légère friction, sur un morceau de papier blanc, sans colle, imbibé d'une solution très-étendue d'iodure de potassium; on obtient ainsi un trait *jaune* d'iodure de plomb. Il est bon de

(1) *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie, etc.*, de M. Ch. Robin, n° 3, p. 400; mai et juin 1873.

vérifier ce premier résultat par l'épreuve suivante : le fil de platine voilé et chloruré, étant imparfaitement débarrassé du chlorure de plomb, est essuyé de nouveau, sur un papier blanc ordinaire, qu'on expose ensuite aux vapeurs d'hydrogène sulfuré : un trait *brun* apparaît. Tous les résultats que nous donnons plus loin ont été vérifiés par ce double contrôle.

» 2° Craignant que, dans nos premiers essais, le sulfure de plomb ne se fût oxydé pendant la filtration, nous avons pris de la galène cristallisée et bien brillante, nous l'avons pulvérisée dans un mortier d'agate et introduite ensuite dans un flacon rempli d'eau de la Loire. Au bout de vingt-quatre heures de contact, la liqueur fut soumise à l'action du courant : le plomb s'est montré d'une façon très-nette.

» Ces expériences, répétées plusieurs fois, ayant toujours donné le même résultat, nous en concluons : 1° que le sulfure de plomb artificiel ou naturel n'est pas insoluble ; 2° que l'hydrogène sulfuré n'accuse le plomb dans une liqueur que lorsqu'il y existe au-dessus d'une certaine quantité qu'il serait facile de déterminer.

» *Choix des substances pour rendre les liqueurs conductrices.* — Nous avons alors répété un certain nombre des expériences relatées dans les Mémoires soumis, depuis le mois de novembre dernier, à l'Académie. Nos premières expériences, à cet égard, ont dû être recommencées ; car les substances, réputées très-pures, dont nous nous étions servis pour rendre les liqueurs conductrices, chlorhydrate d'ammoniaque, soude caustique, acide sulfurique pur, contenaient toutes du plomb en certaine quantité ; mais l'acide acétique cristallisable, dont nous nous sommes servis en dernier lieu, n'en contient pas. Nous nous en sommes assurés, en faisant passer successivement, pendant plusieurs heures, un courant dans les eaux de la Loire, du Rhône et de la Saône, aiguisées avec cet acide. Toutes les expériences rapportées dans cette Note ont été faites avec le même acide cristallisable.

1° *Expériences sur les eaux de la Loire, du Rhône et de la Saône.*

» *Première série.* — Le 31 décembre, trois flacons, contenant 20 grammes de plomb n° 10, sont respectivement remplis avec des eaux de la Loire, du Rhône et de la Saône. Après douze heures de contact, les liqueurs sont filtrées et soumises à l'épreuve. Le plomb apparaît très-nettement dans chacune d'elles.

» *Deuxième série.* — Le plomb dont nous nous étions servis, dans la première série d'expériences, était resté quelque temps dans un flacon ouvert ; craignant que des vapeurs acides, existant peut-être dans le laboratoire, n'aient formé, avec le métal, quelques composés solubles, nous recommençons nos expériences, en prenant les précautions suivantes. L'eau des flacons est versée complétement, et chacun d'eux, ainsi que le plomb qu'ils ren-

ferment, est soigneusement lavé *cinq fois* successivement, avec l'eau correspondante. Nous les remplissons ensuite et les bouchons hermétiquement. Vingt-quatre heures après, l'eau des flacons est filtrée et soumise à l'épreuve. *Le plomb apparaît très-nettement dans chacune des liqueurs.*

» *Troisième série.* — Nous procédons une seconde fois comme ci-dessus, c'est-à-dire que nous lavons soigneusement de nouveau les flacons et le plomb cinq fois avec leur eau respective. Nous laissons macérer vingt-quatre heures, nous filtrons, nous faisons passer le courant et le plomb apparaît, comme dans les expériences précédentes.

» Ces expériences démontrent bien évidemment que le plomb se dissout dans les eaux plus ou moins calcaires et sulfatées des rivières.

2° *Eau saturée de gypse cristallisé.*

» Nous avons pulvérisé du gypse cristallisé et l'avons mis dans de l'eau de Saint-Étienne provenant d'une borne-fontaine (1). Cette eau filtrée contenait une grande quantité de sulfate de chaux. Nous y avons mis du plomb en grains; il s'est dissous, mais en moins grande quantité dans cette eau que dans celle de rivière.

3° *Eau rendue calcaire artificiellement.*

» Nous avons préparé de l'eau calcaire artificielle en faisant passer un courant d'acide carbonique dans de l'eau de chaux; nous y avons fait macérer du plomb, et nous avons constaté la présence du métal dans la liqueur filtrée.

4° *Expériences sur l'eau de Saint-Étienne.*

» A. *Eau du lycée ayant séjourné pendant une nuit dans le tuyau de plomb du branchement.* — Après évaporation au $\frac{1}{10}$, cette eau a donné une quantité fort notable de plomb.

» B. *Eaux de l'Hôtel-Dieu et de la Charité ayant séjourné pendant une nuit dans les branchements.* — Évaporées au $\frac{1}{10}$, elles ont donné le même résultat que celle du lycée.

» C. *Eaux de la distribution des maisons particulières ayant séjourné huit a dix heures dans les branchements.* — Mêmes résultats que ci-dessus.

» D. *Eaux des fontaines publiques et des bornes-fontaines où l'écoulement est presque continu.* — Après évaporation au $\frac{1}{20}$, le plomb devient *sensible*, à la suite du passage prolongé du courant électrique.

» *Conclusions générales.* — Ces recherches semblent très-nettement démontrer :

» 1° Que le sulfure de plomb est soluble dans l'eau douce et aussi dans l'eau saturée d'hydrogène sulfuré;

» 2° Que l'hydrogène sulfuré n'accuse le plomb dans une liqueur que lorsque le métal y existe en certaine quantité;

(1) L'eau de Saint-Étienne renferme du plomb; mais il faut la concentrer au moins au $\frac{1}{10}$ pour le déceler sensiblement.

» 3° Que les eaux douces de rivière, plus ou moins calcaires et gypseuses, dissolvent le plomb métallique;

» 4° Que les eaux calcaires ou séléniteuses artificielles dissolvent aussi le plomb, mais en petite quantité;

» 5° Que l'eau de Saint-Etienne, distribuée dans les maisons particulières, les établissements publics, les rues, etc., renferme du plomb;

» 6° Que le plomb en petite quantité semble complétement inoffensif pour la santé publique, comme le démontre l'immunité dont jouissent les particuliers, les écoliers, les malades de Saint-Étienne, de Paris et de toutes les villes où il y a des distributions d'eau;

» 7° De nos premières études (1) semble résulter que le plomb en petite quantité n'entre pas, par les voies digestives, dans l'organisme. C'est un point que nous nous proposons de vérifier plus complétement. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Note sur la conservation des bois par le sulfate de cuivre;* par M. M. **Boucherie**.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Boussingault, Decaisne, Bussy.)

« M. Hatzfeld vient de communiquer à l'Académie un travail relatif aux propriétés antiseptiques du tannate acide de protoxyde de fer. Il en conseille l'emploi de préférence au sulfate de cuivre, dont il conteste le pouvoir conservateur. Je crois utile, dans l'intérêt de la science et de l'industrie, de présenter, à ce sujet, quelques courtes observations.

» La valeur du tannin, en tant qu'agent antiseptique, est trop bien reconnue pour que je me permette de la discuter; mais l'action de ce corps sur des matières animales ou sur des matières végétales est-elle la même? On suppose, dit M. Hatzfeld, que, si les bois de châtaignier et de chêne résistent mieux que les autres aux influences destructives, ils le doivent à leur richesse en tannin. Quelles sont les expériences qui prouvent ce fait? Pour ma part, je n'en sais aucune.

» Le tannate de protoxyde de fer empêchera évidemment le bois d'être attaqué par les termites ou par les vers, mais exercera-t-il sous terre d'aussi bons effets? J'en doute, parce qu'un sel de fer au minimum, introduit dans le tissu vasculaire du bois, se convertit rapidement en sel de fer au maximum, et que ce phénomène s'accompagne toujours de la désorganisation

(1) Mémoire de 1873. — *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, de M. Ch. Robin.

du bois lui-même. Il m'est arrivé, pour colorer des billes en noir, d'y injecter successivement des solutions de sulfate de protoxyde de fer et de tannin ou de campêche. Or, dans ces conditions, le bois ne se conservait que si je le maintenais à l'abri de l'humidité du sol.

» Un sel qui semblait doué de propriétés antiseptiques beaucoup plus puissantes, et avec lequel mon père a préparé ses premières billes, le pyrolignite de fer, n'a donné, au point de vue de la conservation du bois, que des résultats très-médiocres. Qu'attendre, après cela, du tannate de protoxyde de fer?

» Les reproches adressés au sulfate de cuivre ne sont pas complétement mérités. M. Hatzfeld pense « que le sulfate de cuivre, étant un sel très-» soluble, doit nécessairement être en partie délayé par les eaux de pluie » et l'humidité du sol, de sorte qu'au bout d'un certain temps l'action » préservatrice disparaît ». Il oublie, sans doute, qu'il se produit entre les divers éléments du bois et le sel de cuivre une combinaison très-stable, qui résiste à tous les lavages. Si, après avoir injecté dans des bois blancs une solution de sulfate de cuivre à 1 pour 100, on les lave à grande eau, on n'enlèvera pas l'agent antiseptique fixé sur les éléments ligneux, quelle que soit la quantité d'eau employée à cet effet. Nous avons souvent, mon père et moi, répété de pareilles expériences et placé sous terre des bois lavés qui se sont très-bien conservés. Je tiens à la disposition de l'Académie des billes injectées depuis *vingt-cinq ans;* elles ne laissent rien à désirer comme conservation, et l'analyse dénote, dans leurs vaisseaux, la présence d'une notable proportion de sel de cuivre.

» Dans certains cas, on obtient, il est vrai, des résultats peu satisfaisants, mais il est facile de les expliquer. Souvent le bois est malade; j'ai eu l'occasion de le constater maintes fois, depuis que je m'occupe de poursuivre, d'une manière suivie, des études physiologiques. J'ai essayé en vain, même à l'aide de pressions de 3 et 4 atmosphères, d'imprégner de liqueurs colorantes ou salines des couches de bois malade. Rien ne passait, non-seulement dans la partie altérée, mais encore dans la partie saine, qui faisait suite à la partie malade. Lorsque j'examinais au microscope les vaisseaux de cette partie malade, je les trouvais constamment plus ou moins désorganisés.

» Il y a plusieurs autres causes d'insuccès, sur lesquelles je reviendrai plus tard. L'une des plus sérieuses est, ainsi que l'indique M. Hatzfeld, l'impureté des sels de cuivre. Un sulfate de cuivre qui contient plus de 5 à 6 pour 100 de sulfate de fer est tout à fait impropre à l'injection du bain.

Or il n'est pas rare de rencontrer des sels de cuivre renfermant jusqu'à 10 et 12 pour 100 de sel de fer. Il faut donc n'employer que du sulfate de cuivre à peu près pur, ou avoir soin de le purifier.

» M. Hatzfeld cite, dans sa Note, comme exemple de conservation par le tannate de fer, les pilotis d'un pont construit à Rouen en 1150. L'analyse a démontré que ces pilotis étaient, en quelque sorte, métallisés par du tannate de peroxyde de fer. C'est justement à cause de cela que je n'aurais guère de confiance dans le pouvoir antiseptique du tannate de protoxyde de fer, ce sel devant facilement passer au maximum d'oxydation, et amener par là l'altération des éléments du bois.

» Je terminerai en rappelant l'opinion de M. Payen sur les propriétés antiseptiques du sulfate de cuivre :

« Le sulfate de cuivre pur est un agent convenable de conservation, parce qu'il est susceptible de se fixer sur la cellulose, le ligneux et diverses matières organiques azotées, adhérentes au tissu ligneux, de façon à les protéger et même résister à des lavages, comme nous nous en sommes assuré par expérience; qu'il offre une propriété toxique suffisante pour empêcher les petits animaux d'attaquer le bois, mais incapable de produire des effets nuisibles sur les hommes qui travaillent les bois ainsi préparés (1). »

M. Quinquaud adresse une Note relative à une nouvelle cause d'ictère grave.

Les faits que l'auteur communique à l'Académie, et qui donnent à l'affection une physionomie spéciale, sont spécialement relatifs à des observations de catarrhe chronique des conduits biliaires, avec hémorrhagies abondantes jusque dans les dernières ramifications de ces conduits.

(Commissaires : MM. Bouillaud, Sédillot.)

M. P. Avrez soumet au jugement de l'Académie, par l'entremise de M. Chevreul, des cartes de variations de couleur, d'intensité et de brunissement des teintures, correspondant aux diverses doses de mordants et de colorants.

(Commissaires : MM. Chevreul, Dumas, Jamin.)

M. E. Robert soumet au jugement de l'Académie des « Réflexions sur les phénomènes géologiques anciens de la vallée de l'Aisne. »

En partant de cette donnée que la craie, dans l'origine, a formé le fond

(1) Payen, *Mémoires de la Société impériale et centrale d'Agriculture*, 1856, Paris.

ou le plancher sur lequel coulent les eaux de l'Aisne, et examinant avec soin les diverses particularités offertes au point de vue géologique et au point de vue paléontologique par la contrée qu'il a soumise à son étude, l'auteur arrive à des conclusions générales qu'il formule de la manière suivante :

« En présentant ce Mémoire à l'Académie, nous avons surtout voulu démontrer combien on peut faire d'observations géologiques, n'importe dans quelle localité, en se bornant à suivre une ligne droite qui partirait du fond d'une vallée pour aller se perdre sur le sommet du plateau le plus élevé. Dans ce trajet, dont nous ne nous sommes guère écartés que de quelques pas, tantôt à droite, tantôt à gauche, nous avons eu le bonheur de rencontrer, à l'état roulé il est vrai, des végétaux silicifiés qui paraissent appartenir aux Cycadées, pseudomorphoses qui n'avaient pas encore été signalées dans les environs de Paris, et de pouvoir constater *de visu* le principal gisement de Palmiers que recèle le terrain tertiaire. Bien que nous ayons évité les hypothèses, nous ne pouvons cependant pas nous empêcher de faire remarquer que la théorie des soulèvements reçoit ici, suivant nous du moins, une éclatante confirmation, non-seulement pour expliquer les différents étages du terrain tertiaire, mais pour ce que l'on est convenu d'appeler *diluvium* ou terrain de transport (1). »

(Commissaires : MM. Ch. Sainte-Claire Deville, Brongniart.)

M. **Pagani** adresse une Note relative à son procédé pour la destruction du Phylloxera.

M. **Phelippeau** adresse un Mémoire sur les causes de la maladie de la vigne, et un échantillon d'un engrais pour les vignes atteintes du Phylloxera.

Ces divers documents seront transmis à la Commission du Phylloxera.

M. A. **Bagli** adresse une Note concernant un tableau agricole et un procédé pour l'amélioration de la culture du froment.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

---

(1) La plupart des observations exposées dans le Mémoire, notamment celles qui concernent la Paléontologie végétale, ont été faites avec la coopération de Mlle *L. Rostan* et de miss *E. Whately*, toutes deux savantes conchyliologistes.

M. P. Clément adresse une Note relative à un remède pour la guérison des dartres.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. L. Pascal adresse une Note relative à un procédé de destruction des Limaces et des Mollusques terrestres nuisibles à l'Agriculture.

Ce procédé consisterait à arroser abondamment, par un temps sec, des emplacements de 1 à 2 mètres de surface, tous les 15 ou 20 mètres, sur le contour des terrains cultivés, et à couvrir ensuite ces emplacements d'herbes sèches et de feuilles dont les animaux sont friands. Au bout de deux ou trois jours, les Limaces et autres Mollusques s'étant rendus dans les herbes qui les auront attirés, il suffira d'y mettre le feu.

L'auteur insiste particulièrement sur l'opportunité de ces moyens de destruction, après des hivers comme celui que nous venons de traverser, les gelées ayant été insuffisantes pour détruire les animaux nuisibles.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. A. Blouin adresse une Note relative à de nouvelles expériences ayant pour but de diminuer l'inflammabilité des pétroles.

(Renvoi à l'examen de M. H. Sainte-Claire Deville.)

M. E. Étève adresse une Note relative au calcul du volume d'un cylindre.

(Renvoi à l'examen de M. Serret.)

CORRESPONDANCE.

M. F. Tisserand informe l'Académie qu'il se met à sa disposition pour l'observation du prochain passage de Vénus sur le disque du Soleil. Il serait heureux de prendre part à une observation présentant un si haut intérêt scientifique.

(Renvoi à la Commission du Passage de Vénus.)

M. Marey prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Médecine et Chirurgie, par le décès de M. *Nélaton*.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. le **Ministre de la Guerre** adresse à l'Académie les copies conformes des observations faites, pendant la campagne de 1873, par M. le capitaine *F. Perrier*, assisté de MM. les capitaines Penel et Bassot, pour la nouvelle détermination de la méridienne de France.

Ces documents seront renvoyés, comme les précédents, à la Commission de la Méridienne, Commission qui se compose des Sections de Géométrie, d'Astronomie, et de Géographie et Navigation.

MM. les **Commissaires de l'Amirauté anglaise** adressent, pour la Bibliothèque de l'Institut, des exemplaires des cartes publiées par l'*Hydrographic Office*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. l'abbé *Aoust*, intitulée « Théorie des coordonnées curvilignes quelconques (3e partie) »;

2° Deux brochures de M. *A.-F. Pouriau*, intitulées « Sur l'industrie laitière dans dix départements » et « De l'industrie fromagère dans la Meuse et la Marne » ;

3° Des « Notions élémentaires, théoriques et pratiques sur les irrigations », par M. *J. Carpentier de Cossigny ;*

4° Une « Histoire de Gresy-sur-Aix », par M. le comte *de Loche*.

M. le **Président**, en déposant sur le bureau, de la part de M. Charlon, les deux premiers volumes du *Journal des Actuaires français* (1872, 1873), appelle l'attention de l'Académie sur un recueil exclusivement scientifique, qui pourra prendre place dans la bibliothèque à côté des meilleurs ouvrages consacrés au Calcul des probabilités. Les principes de la théorie mathématique des chances, les questions relatives aux Tables de mortalité et aux Compagnies d'assurances y sont traités avec clarté et savamment discutés. MM. Charlon et Maas, directeurs de Compagnies d'assurances, M. Laurent, répétiteur à l'École Polytechnique, M. Simon, docteur ès sciences, ancien directeur de l'Observatoire de Marseille, M. Dormoy, ingénieur des Mines, et M. Catalan, dont les travaux mathématiques sont bien connus de l'Académie, ont inséré dans ces deux volumes d'intéressants articles relatifs au Calcul des probabilités et à ses applications de toute nature.

(Ces deux volumes seront renvoyés à la Commission du prix de Statistique.)

ANALYSE. — *Sur une transformation de la formule de Taylor.* Note de M. **Jourjon**, présentée par M. Hermite.

« On a identiquement

$$f(x+h)-f(x)=f\left[\left(x+\frac{h}{2}\right)+\frac{h}{2}\right]-f\left[\left(x+\frac{h}{2}\right)-\frac{h}{2}\right].$$

Développant le second membre, on obtient

$$f(x+h)-f(x)$$
$$=2\left[\left(\frac{h}{2}\right)f'\left(x+\frac{h}{2}\right)+\frac{\left(\frac{h}{2}\right)^3}{1.2.3}f'''\left(x+\frac{h}{2}\right)+\frac{\left(\frac{h}{2}\right)^5}{1.2.3.4.5}f^{\text{v}}\left(x+\frac{h}{2}\right)+\ldots\right].$$

» Cette dernière formule est la formule de Taylor transformée; elle ne renferme explicitement que les termes en h de degré impair.

» *Développement de* $L(N+h)$. — La formule transformée donne

$$L(N+h)=L(N)+2\left[\frac{N}{2N+h}+\frac{1}{3}\left(\frac{N}{2N+h}\right)^3+\frac{1}{5}\left(\frac{N}{2N+h}\right)^5+\ldots\right].$$

» *Applications numériques.* — Les valeurs numériques des dérivées $f'\left(x+\frac{h}{2}\right)$, $f'''\left(x+\frac{h}{2}\right)$,... ne seront pas en général plus longues à calculer que les valeurs numériques des dérivées $f'(x)$, $f'''(x)$,.... La formule transformée permettra donc généralement de calculer $f(x+h)-f(x)$ plus rapidement que la formule habituelle. La formule transformée pourra ainsi abréger, soit la construction des tables numériques, soit la pratique des quadratures. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Faits pour servir à l'histoire de la levûre de bière.* Note de M. P. **Schutzenberger**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« La levûre sur laquelle ont porté mes expériences contenait de 29 à 30 pour 100 de matière solide. Cette levûre fraîche, bouillie avec de l'eau et lavée à l'eau chaude, laissait un résidu insoluble dont le poids variait de 20 à 21gr,5 pour 100 grammes de levûre. Cette même levûre fraîche, délayée dans l'eau et abandonnée à elle-même pendant douze à quinze heures à une température de 35 à 40 degrés C., cède, au bout de ce temps, à l'eau bouillante 17 à 18 grammes de produits solubles pour 100 de levûre; le résidu insoluble, séché à 100 degrés, pèse 12gr,5 à 13 grammes.

» Ainsi, la perte au lavage bouillant de la levûre fraîche est de 8 à 9 pour 100 en principes solides; celle de la levûre digérée à jeun (sans sucre et à l'abri de l'oxygène) est de 17 à 18 grammes; différence, 10 grammes.

» Il résulte évidemment de ces nombres que la levûre humide et à jeun, conservée à une douce température, agit d'une manière progressive sur ses éléments constitutifs insolubles et les convertit en principes solubles. Ce phénomène est la conséquence d'une action physiologique exercée par la levûre sur sa propre substance, et non d'une putréfaction; toutes mes expériences ont été terminées avant qu'il ne se développât le moindre indice d'altération putride.

» J'ai soumis à une analyse immédiate, minutieuse l'extrait obtenu par la digestion de la levûre fraîche, préalablement lavée à l'eau froide. Je n'indiquerai ici que les résultats obtenus, réservant pour le Mémoire *in extenso* les détails du procédé opératoire suivi.

» Pendant la digestion, on observe un dégagement lent et régulier d'acide carbonique; en même temps il se forme de l'alcool, comme on le savait déjà. On peut admettre qu'il y a production de sucre, se dédoublant au fur et à mesure de sa naissance.

» L'extrait renferme :

» 1° Une quantité notable de phosphates. M. Béchamp a déjà fait remarquer qu'en lavant la levûre d'une manière continue on élimine progressivement de l'acide phosphorique. Les phosphates, unis aux principes insolubles de la levûre, passent dans la solution à mesure que ceux-ci sont convertis en produits solubles.

» 2° Une proportion assez forte d'un principe gommeux, offrant tous les caractères et la composition de la gomme arabique (arabine), et que l'acide nitrique convertit en acide mucique.

» 3° *De la leucine et de la tyrosine.* — Ces deux produits, surtout le premier, se trouvent dans l'extrait de levûre lavée et digérée à doses notables. La leucine avait déjà été signalée par Müller et Hesse dans les produits de la putréfaction de la levûre; la putréfaction étant toujours précédée de l'altération physiologique dont l'étude fait l'objet de cette Note, et n'altérant pas la leucine, on voit que l'origine de ce corps est antérieure à la décomposition putride.

» J'ai constaté, comme l'avait annoncé Hesse, que cette leucine renferme une faible proportion (3 à 4 pour 100) de soufre, que l'on ne parvient pas à lui enlever complétement par des cristallisations répétées et même par des actions chimiques, telles que celle du plombite de potasse ou du

nitrate d'argent ammoniacal à 100 degrés. On arrive cependant ainsi à abaisser la quantité de soufre à 2 pour 100. Il est donc très-probable que la pseudo-leucine de Hesse, qui, du reste, offre tous les caractères de la leucine, n'est pas un principe spécial, mais un mélange de leucine avec une petite quantité d'un corps sulfuré qui l'accompagne avec persistance.

» 4° Outre ces produits, j'ai pu isoler et caractériser, par leurs réactions et par l'analyse élémentaire, les bases azotées suivantes : la carnine, découverte récemment par Weidel dans l'extrait de viande; la xanthine, la guanine, l'hypoxanthine ou sarcine. Il est probable que ce dernier corps, que l'on ne peut bien purifier qu'en passant par la cristallisation dans l'acide nitrique bouillant à 12 degrés Baumé de son précipité argentique, s'est formé par l'oxydation de la carnine, et qu'il en est de même pour la sarcine trouvée dans les divers tissus animaux ; on sait, en effet, que la carnine fournit facilement de l'hypoxanthine par oxydation. Parmi ces bases, la carnine est dominante.

» J'ai inutilement recherché la présence de l'urée, de l'acide urique, de la créatine et de la créatinine ; quant à l'inorite et à l'acide inorique, je me propose de les rechercher ultérieurement. Après l'élimination successive de ces divers principes immédiats, il reste une quantité relativement restreinte d'un sirop incristallisable, de saveur légèrement sucrée et contenant encore de l'azote.

» D'où dérivent ces divers corps? Pour les principes azotés, leucine, tyrosine, xanthine, sarcine, guanine, carnine, l'origine n'est pas douteuse; ils sont formés par le dédoublement des matières protéiques insolubles de la levûre, et cela par un phénomène chimique analogue à celui qui se passe dans les tissus animaux. Il est impossible, en effet, de ne pas être frappé de l'analogie extrême qui existe entre l'extrait de levûre digérée et les extraits retirés des tissus animaux. Quant au *sucre* qui fournit l'alcool et l'acide carbonique, quant à l'*arabine*, leur origine n'est pas aussi certaine. Doit-on les considérer comme des termes du dédoublement physiologique des matières albuminoïdes, ou proviennent-ils d'une transformation de la cellulose? Cette question ne pourra être résolue que par des expériences très-précises et multipliées, que je me propose d'entreprendre. Les résultats suivants ne peuvent donner qu'une solution approchée ; ils prouvent néanmoins que la majeure partie, si ce n'est la totalité des principes de l'extrait de levûre, dérive des matières protéiques. 100 grammes de levûre fraîche contiennent 30 grammes de substance solide à 9,28 pour 100 d'azote et renferment par conséquent $2^{gr},78$ d'azote ;

100 grammes de levûre fraîche, lavée à l'eau bouillante, contiennent 20 grammes à 21^{gr},5 de substance solide à 10,17 pour 100 d'azote, et renferment par conséquent 2^{gr},03 d'azote.

» 100 grammes de levûre digérée et lavée à l'eau bouillante donnent 12^{gr},5 à 13 grammes de résidu sec à 7,55 pour 100 d'azote et contiennent par suite 0^{gr},94 d'azote.

» La perte d'azote due à la digestion est donc de $1,84 - 0,75 = 1,09$ et la perte de substance due à la digestion est de $30 - 12 - 9 = 9$.

» Les matières protéiques contenant en moyenne 15,5 pour 100 d'azote, 1^{gr},09 d'azote correspondent à 7 grammes de matière albuminoïde. D'un autre côté, l'extrait sec de levûre lavée à l'eau froide et digérée contient 12,5 pour 100 d'azote.

» L'extrait aqueux fait à l'ébullition de levûre fraîche renferme les mêmes principes que celui de levûre digérée ; on comprend facilement qu'il doit en être ainsi, car le phénomène vital est continu et les conditions dans lesquelles je me plaçais ne pouvaient que l'exagérer.

» J'étudierai, dans la suite, l'influence exercée sur la marche du phénomène par la présence du sucre, de l'oxygène et d'autres agents. »

PHYSIQUE. — *Sur une méthode pour la détermination de la densité des vapeurs.* Note de M. **Croullebois**, présentée par M. Wurtz.

« La détermination de la densité de vapeur des matières volatiles offre une grande importance et un secours précieux, lorsqu'il s'agit de fixer leur poids moléculaire et d'établir leur formule rationnelle. Or, il arrive que, pour quelques substances, les méthodes connues ne peuvent être utilisées, soit parce que ces substances prennent feu spontanément au contact de l'air, soit parce qu'elles se décomposent facilement sous des influences variées, soit enfin parce que les tensions maxima de leur vapeur ne sont pas connues entre les limites de température où le composé est stable. Nous en avons un exemple dans l'hydrogène phosphoré liquide, découvert par M. P. Thenard. La formule ordinairement admise, déduite directement de l'analyse du composé, est PH^2 ; mais les chimistes, guidés par les principes de la science moderne, ont été amenés à doubler l'ancienne formule et à représenter la nouvelle par P^2H^4 ou un multiple de P^2H^4. C'est pour trancher la question que j'ai effectué, dans le laboratoire de M. Wurtz, la détermination de la densité de vapeur : elle correspond au poids moléculaire P^2H^4. Je me propose de porter à la connaissance des

chimistes la méthode nouvelle que j'ai instituée, et dont l'application d'ailleurs n'est pas restreinte à ce cas particulier.

» L'appareil consiste en un ballon de $1\frac{1}{2}$ litre de capacité, prolongé par un tube de $1^m,20$ de longueur et de $0^m,02$ de diamètre, du calibrage le plus parfait et portant à l'extérieur dans toute son étendue une échelle de divisions en millimètres. La capacité du ballon et celle du tube ont été préalablement jaugées à plusieurs températures. On commence par remplir l'appareil de mercure pur et sec et on le renverse ensuite dans une cuvette profonde également pleine de mercure. Quand le tube est rendu bien vertical et fixe, on estime la hauteur de la colonne de mercure soulevée, qui doit s'accorder sensiblement avec la hauteur indiquée par le baromètre du laboratoire. On fait alors passer dans le ballon une ampoule contenant une quantité convenable du liquide à vaporiser, après avoir cassé la pointe contre la paroi interne du tube. Le liquide se vaporise instantanément et le niveau du mercure se déprime; on note la division à laquelle il s'arrête pour avoir le volume de l'espace occupé par la vapeur, et l'on relève de nouveau la hauteur mercurielle. La différence des deux observations donne la force élastique de la vapeur à la température ambiante. Pour assurer la constance de la température dans le réservoir de cette sorte de thermomètre à vapeur, il y a lieu de plonger la partie supérieure de l'appareil dans un récipient plein d'eau et fermé par une glace transparente. Cela posé, on déduit la densité x de la relation

$$P = \frac{V(1+Kt)}{1+\alpha t}\,\frac{h}{760}\,1{,}293 \times x.$$

P poids du liquide employé; il s'obtient par deux pesées de l'ampoule, d'abord pleine, puis crevée et recueillie avec ses fragments;

V, K, α sont des données initiales;

h et t sont fournies par des lectures.

» La formule n'est applicable qu'à la condition que h soit inférieure à la tension maxima de la vapeur à la température t, c'est-à-dire à la condition qu'il ne reste plus de liquide à vaporiser. Dans le procédé de Gay-Lussac, on réussissait à dépasser la limite de saturation en élevant notablement la température, ou bien on s'assurait que la vapeur était surchauffée en comparant la valeur de h à celle de la tension maxima inscrite dans des Tables. Ce qui attribue à mon procédé un caractère de nouveauté et le différentie de la méthode de Gay-Lussac, c'est qu'il dispense de cette manipulation ou de cette recherche. Il est fondé sur les propriétés des vapeurs

saturées ou non saturées. Supposons qu'on soulève le tube pour agrandir la capacité; s'il reste un excès de liquide, à même température, la hauteur de la colonne de mercure se maintiendra invariable. Si au contraire le liquide est entièrement vaporisé, la vapeur se comportera comme un gaz assujetti sensiblement à la loi de Mariotte, et la hauteur de la colonne de mercure augmentera. C'est ce principe que j'ai adopté; mais, comme il m'était impossible de soulever le ballon lié d'une manière invariable au récipient, je me contentais d'abaisser la cuve à mercure profonde : la lecture de la graduation permet de suivre la variation de la hauteur du mercure.

» Comme on le voit, ce procédé présente de grands avantages : on peut faire, avec une même quantité de matière, plusieurs déterminations de densités, à des températures et sous pressions différentes, et aussi près qu'on le voudra de la limite de saturation.

» Je m'occupe actuellement de poursuivre ces recherches commencées sous l'inspiration de M. Wurtz. »

CHIMIE. — *Observations relatives à la dernière Communication de M.* Gernez *sur l'efflorescence des deux hydrates formés par le sulfate de soude anhydre* (1). Note de M. **L.-C. de Coppet**, présentée par M. Wurtz.

« Dans la Note que j'ai eu récemment l'honneur d'adresser à l'Académie (2), j'ai admis l'existence de deux modifications isomériques de sulfate de soude anhydre, en m'appuyant sur le fait que le sulfate de soude à 10 atomes d'eau, *soigneusement déshydraté* à la température ordinaire, provoque toujours la cristallisation de la solution sursaturée de ce sel, tandis que le même sel, déshydraté au-dessus de 33 degrés, n'a pas cette propriété (3).

» Pour me réfuter, M. Gernez se base sur une simple présomption, savoir : qu'il est impossible de déshydrater complétement l'hydrate

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 26 janvier 1874.

(2) *Comptes rendus*, séance du 19 janvier 1874.

(3) Je n'ai jamais songé, comme paraît me le reprocher M. Gernez, à réclamer ces faits comme entièrement nouveaux. L'activité du sel effleuri et l'inactivité du sel chauffé ont été observées depuis longtemps par MM. Gernez et Violette, et, plus récemment, par M. Baumhauer. Leurs expériences sont si bien connues qu'il m'a semblé superflu de les citer encore une fois. Par contre, je crois avoir été le premier à observer que le sulfate de soude déshydraté par la chaleur est *soluble* dans la solution sursaturée, et j'ai montré qu'on peut préparer cette solution en dissolvant ce sel à froid dans l'eau.

$Na^2SO^4, 10H^2O$ au-dessous de 33 degrés. Quelques précautions que l'on prenne, il restera toujours, pense-t-il, des traces de cristal à 10 atomes d'eau répandues dans toute la masse du sel anhydre.

» Je désire faire remarquer d'abord que les expériences citées par M. Gernez, si elles prouvent quelque chose, viennent entièrement à l'appui de mon opinion. Quant à l'hypothèse qu'il lui oppose, elle a l'inconvénient d'échapper apparemment, par sa nature même, au contrôle de l'expérience ; il le reconnaît du reste lui-même.

» Il y a quelques années, MM. Gernez et Violette sont arrivés, indépendamment l'un de l'autre, à la conclusion que la cristallisation subite des solutions sursaturées de sulfate de soude sous l'influence de l'air atmosphérique est due à la présence d'une poussière solide de sulfate de soude à 10 atomes d'eau en suspension dans l'air. Cette théorie intéressante, qui rend si bien compte d'une multitude de faits demeurés auparavant inexplicables, est sortie victorieuse de toutes les épreuves expérimentales imaginées jusqu'à présent pour la réfuter. Mais il me semble maintenant que la nouvelle hypothèse de M. Gernez soulève contre elle une ou deux objections sérieuses.

» On connaît la facilité avec laquelle l'hydrate $Na^2SO^4, 10H^2O$ s'effleurit. Comment se représenter alors les germes de sulfate de soude suspendus dans l'atmosphère, conservant indéfiniment, même par un temps sec et chaud, l'élément cristallin de sel à 10 atomes d'eau, qui seul, suivant M. Gernez, leur permet d'agir sur la solution sursaturée? Si l'on connaissait la valeur numérique de la tension de dissociation de l'hydrate $Na^2SO^4, 10H^2O$ telle qu'elle a dû être déterminée par M. Debray (1), on pourrait calculer les conditions atmosphériques (état hygrométrique et température) dans lesquelles la déshydratation du sel doit s'effectuer. Lorsque la tension de dissociation de l'hydrate n'est que très-peu supérieure à la tension de la vapeur d'eau existant dans l'atmosphère, la décomposition pourra être très-lente, mais il est inconcevable (dans l'état actuel de nos connaissances sur la dissociation) que tôt ou tard elle ne prenne pas fin.

» Autre considération. Chacun admet que, lorsque la température de l'air s'élève au-dessus de 33 degrés, la poussière de sulfate de soude doit perdre le pouvoir de faire cristalliser la solution sursaturée. Comment l'acquiert-elle de nouveau? Suivant M. Gernez, de deux manières seulement : par le contact avec un cristal de $Na^2SO^4, 10H^2O$ déjà constitué, ou par un abaissement de la température jusqu'à 8 degrés au-dessous de

(1) *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 194.

zéro. La première de ces conditions sera difficilement réalisable, et la seconde pourra se faire longtemps attendre.

» Je suis persuadé, au contraire, que l'hydrate Na^2SO^4, $10H^2O$ peut se former, sans le secours d'un cristal déjà constitué, à des températures bien supérieures à — 8 degrés. Cette limite fixe de température inférieure, à laquelle, suivant une opinion très-répandue, mais tout à fait erronée, l'état de sursaturation de la solution de sulfate de soude doit cesser spontanément, cette limite, dis-je, n'existe pas. J'ai vu des solutions sursaturées de sulfate de soude cristalliser à diverses températures comprises entre — 16 et + 10 degrés, et cela dans des conditions où il est impossible d'admettre le contact avec un cristal à 10 atomes d'eau (1).

» M. Gernez m'objecte encore que, avec mon mode de raisonnement, il faudrait admettre l'existence d'une troisième modification de sulfate de soude anhydre, produite par dessiccation, au-dessous de 33 degrés du sel à 7 atomes d'eau. Je crois très-probable, en effet, l'existence de cette troisième modification. Le sulfate de soude déshydraté au-dessus de 33 degrés et amené au contact de la solution suffisamment concentrée peut provoquer, il est vrai, la formation de cristaux à $7H^2O$, mais (comme le fait très-justement remarquer M. Gernez) au bout de quelque temps seulement. *Entre 18 et 25 degrés cet effet ne se produit pas nécessairement.* Entre 18 et 25 degrés (l'hydrate $Na^2SO^4, 7H^2O$ se liquéfie à 25 degrés environ), on peut préparer, avec le sel anhydre chauffé au-dessus de 33 degrés, des solutions *plus concentrées* que ne le sont les solutions saturées de l'hydrate à $7H^2O$ aux mêmes températures. Cela ressort clairement des expériences de Lœwel sur la solubilité des trois modifications de sulfate de soude, et je l'ai démontré en dissolvant directement le sel anhydre dans l'eau, entre 20 et 22 degrés.

» Ainsi donc le contact du sulfate de soude anhydre, chauffé au-dessus de 33 degrés, ne provoque pas nécessairement la cristallisation de l'hydrate $Na^2SO^4, 7H^2O$ entre 18 et 25 degrés. Reste à savoir quel serait l'effet

---

(1) Le manque d'espace m'empêche d'insister sur ce fait, malgré son importance. J'ai déjà publié, du reste, un Mémoire détaillé sur cette question (*Bulletin de la Société chimique de Paris*, t. XVII, p. 146.) J'ajouterai seulement ici que c'est dans la période qui précède la cristallisation spontanée de l'hydrate à 7 atomes d'eau que l'hydrate à 10 atomes d'eau est surtout sujet à se former. Si l'on plonge dans l'eau froide (à 5 ou 6 degrés) des tubes scellés contenant une solution concentrée de sulfate de soude (après les avoir chauffés à 100 degrés dans toutes leurs parties), on n'observera le plus souvent que la formation spontanée de l'hydrate à $7H^2O$; mais de temps en temps on aura aussi l'occasion d'observer la cristallisation spontanée de l'hydrate Na^2SO^4, $10H^2O$.

produit à ces températures par le sulfate de soude anhydre obtenu par dessiccation, au-dessous de 25 degrés, de l'hydrate à $7H^2O$.

» En résumé, quoique l'hypothèse de l'existence de modifications isomériques de sulfate de soude anhydre me paraisse imposée par les faits connus actuellement, je suis le premier à reconnaître qu'elle ne suffit pas pour tout expliquer. Malgré les progrès notables qu'a faits depuis quelques années notre connaissance du phénomène de la sursaturation, progrès auxquels les recherches de M. Gernez ont si largement contribué, il reste encore bien des points obscurs à éclaircir. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Des propriétés antifermentescibles et antiputrides des solutions d'hydrate de chloral.* Note de MM. **Dujardin-Beaumetz** et **Hirne**, présentée par M. Wurtz.

« Dans la Note présentée par M. Personne dans la séance du 12 janvier sur le chloral et sa combinaison avec les matières albuminoïdes, ce savant chimiste fait remarquer, en terminant, que l'on peut obtenir la conservation des matières animales en les plongeant dans une solution d'hydrate de chloral.

» Nous avons l'honneur de faire remarquer à l'Académie que nous avons présenté, le 11 avril 1873, à la Société médicale des Hôpitaux un travail qui résumait nos expériences commencées au mois d'août 1872, et qui montrait que les solutions d'hydrate de chloral ont la propriété d'empêcher les altérations ultérieures d'un grand nombre de matières albuminoïdes et animales, et en particulier de l'albumine, du lait, de la viande, etc.

» Nous ferons aussi remarquer, et cela à propos de la récente Communication de MM. Gosselin et Robin sur l'urine ammoniacale, que, dans ce même travail, nos expériences ont démontré que les solutions de chloral ont aussi la propriété d'empêcher les altérations ultérieures de l'urine, et que cette propriété peut être appliquée pour combattre efficacement, chez les malades, la fermentation ammoniacale de l'urine. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur le mode de respiration de diverses espèces de Poissons à pharyngiens labyrinthiformes.* Note de M. **Carbonnier**, présentée par M. E. Blanchard.

« Certains naturalistes, pensant que les Poissons de ce groupe remplissent d'eau leurs cellules pharyngiennes, ont avancé que ces animaux vivent hors de l'eau plus longtemps que tous les autres. J'ai pu constater que

ces Poissons, hors de leur élément, meurent tout aussi vite que des Carpes ou des Tanches de même taille. En réalité, les cellules pharyngiennes sont des réservoirs d'air, que l'animal vient puiser et renouveler fréquemment à la surface de l'eau.

» J'ai remarqué ce fait en premier lieu sur le Macropode de la Chine, introduit pour la première fois en France en 1869, et que j'ai pu reproduire en abondance (1). Ces Poissons suppléent à l'insuffisance de la respiration branchiale à l'aide de bulles d'air qu'ils viennent de temps en temps puiser dans l'atmosphère, et qu'ils expulsent par les ouïes (2). Mais les bulles chassées à un moment donné ne sont pas celles que l'animal vient à l'instant même de prendre par la bouche; il y a substitution des bulles d'air nouvellement absorbées à celles qui résultaient d'une absorption antérieure et dont l'oxygène a probablement disparu. En disséquant sous l'eau l'organe respiratoire, on constate aisément la présence de nombreuses bulles d'air qui occupent les cellules pharyngiennes.

» Le 5 décembre 1873, j'ai reçu directement de Calcutta dix-sept Gouramis (*Osphromenus olfax*) et dix *Arcs-en-ciel*, poissons appartenant au même groupe des Pharyngiens labyrinthiformes.

» Comme le Macropode, le Gourami monte aussi à la surface chercher de l'air, mais bien plus fréquemment; il procède d'une manière un peu différente à chaque ascension et, près de la surface, il rejette par la bouche, et non par les ouïes, les globules d'air épuisés, puis il renouvelle sa provision; si l'un commence son ascension, comme à un signal donné, tous les autres le suivent. Les Macropodes chinois agissent de même en été.

» Le petit poisson *Arc-en-ciel*, ainsi que le Gourami, rejette par la bouche l'ancienne bulle d'air avant d'en saisir une nouvelle; mais en apparence il se rapproche des façons de faire du Macropode, car, humant l'air avec violence, il ne calcule pas le volume de ce qu'il en peut retenir et le trop-plein est chassé par les ouïes, mais la bulle d'air utilisée pour la respiration et désoxygénée est toujours expulsée par la bouche et près de la surface de l'eau, avant de procéder à l'absorption d'une bulle nouvelle. »

« M. É. **Blanchard** présente, au sujet de la Note qui précède, les remarques suivantes :

« Tous les Poissons osseux dont les os pharyngiens supérieurs présentent des cellules ont été réunis par Cuvier dans une petite famille parti-

(1) *Comptes rendus*, 16 août 1869.

(2) *Bulletin de la Société d'acclimatation*, janvier 1870.

culière (*Pharyngiens labyrinthiformes*). Chez les espèces de plusieurs genres, les cellules pharyngiennes sont les réservoirs d'une certaine quantité d'eau. A la faveur de cette disposition, les Anabas et les Ophicéphales peuvent séjourner à terre, l'eau tenue en réserve continuant à humecter les branchies. Les observations de M. Carbonnier apportent la preuve que les cellules pharyngiennes n'ont pas le même rôle chez d'autres Poissons que l'on classe avec les précédents. Il devient donc essentiel de comparer l'ensemble de l'organisation de ces divers types et de reconnaître quelle disposition de l'appareil circulatoire coïncide avec l'activité de la respiration dont le Gourami et les Macropodes fournissent un exemple. J'ai entrepris une recherche sur ce sujet et j'espère en apporter assez prochainement le résultat à l'Académie. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les fossiles des îles du cap Vert, rapportés par* M. de Cessac. Note de M. P. **Fischer**, présentée par M. Brongniart.

« Charles Darwin, dans le cours du voyage du *Beagle* (1), découvrit à Santiago (Archipel du cap Vert), une couche calcaire recouverte par une coulée basaltique et renfermant des fossiles considérés comme tertiaires, d'après les déterminations de G.-B. Sowerby.

» Ces fossiles ont été retrouvés récemment (1869-1872) par M. de Cessac, non-seulement à Santiago (où leur dépôt se voit à une altitude de 18 mètres, entre une coulée basaltique en haut et des basaltes et des phonolithes en décomposition au-dessous), mais, dans presque toutes les autres îles de l'Archipel, à l'exception de Fogo; ils forment un cordon littoral de consistance et de couleur variables, et leur âge me semble plus récent que celui qui leur est attribué par Darwin.

» En effet, les restes fossiles les plus abondants sont, MOLLUSQUES : *Trochus punctulatus, Oliva flammulata, Purpura hæmastoma, P. coronata, Harpa rosea, Cerithium æmulum, Turritella bicingulata, Ostrea plicatula, O. lacerans* (2), *O. guineensis, Arca senilis, Lucina columbella, L. pecten, Venus plicata;* ÉCHINIDES : *Cidaris tribuloides* (3); POLYPIERS : *Pocillopora Cessaci, nov. sp.*

---

(1) *Geological observations on the volcanic Islands*, p. 1; Appendix, p. 153; 1844.

(2) Cette huître, commune dans le golfe de Guinée, diffère à peine des *Ostrea cucullata* et *cornucopiæ* de l'océan Indien, et de l'*Ostrea saccellus* du miocène de Touraine.

(3) Ce *Cidaris* vit aux Antilles, aux îles du cap Vert et sur la côte ouest d'Afrique. Il est fossile aux Açores.

» Toutes ces espèces vivent encore dans les eaux de l'Archipel du cap Vert ou sur la côte ouest d'Afrique, à l'exception toutefois du *Cerithium æmulum*, que je ne connais pas à l'état vivant, et du *Pocillopora Cessaci*, polypier qui forme des masses épaisses, élargies, analogues à celles de l'espèce miocène de Dax (*Pocillopora madreporacea*), et qui appartient à un genre dont les représentants actuels proviennent exclusivement de l'océan Indien et du Pacifique. Il me paraît donc à peu près certain que ces fossiles sont quaternaires, par la proportion importante des formes actuelles et par cette considération qu'ils sont compris entre deux couches basaltiques.

» A l'île de Maio, on trouve un plateau calcaire dont les fossiles ont quelquefois conservé leur test, mais qui sont le plus souvent à l'état de moules et d'empreintes. Ils forment ainsi une couche semblable aux mollasses du midi de la France, et dont l'âge est peut-être plus ancien que celui du cordon littoral. Ces fossiles sont : *Lutraria oblonga, Eastonia rugosa, Fragilia guinaica, Lucina pecten, Clypeaster vulcani, n. sp.*

» Il est très-difficile de décider de l'âge de ce dépôt d'après ces fossiles : les *Lutraria oblonga* et *Eastonia rugosa* parcourent le miocène, le pliocène et vivent encore dans les mers d'Europe (région lusitanienne); le *Fragilia guinaica*, fossile en Touraine, vit sur la côte occidentale d'Afrique; le *Lucina pecten* appartient à la faune du cap Vert et de la côte ouest d'Afrique; quant au genre *Clypeaster*, qui, en Europe, nous donnerait un horizon géologique constant, il est quaternaire aux Antilles et vivant dans les mers tropicales. Le *Clypeaster vulcani* a pour caractères distinctifs : la profondeur de la région buccale; des pétales larges, très-ouverts, surtout l'impair; des zones porifères atteignant presque le bord du test, qui est épais, ovale, subpentagonal.

» Outre ces fossiles marins, M. de Cessac a recueilli des fossiles terrestres, fait qui se reproduit chaque fois qu'on étudie les îles africaines, depuis Madère jusqu'à Sainte-Hélène, et qui indique des changements importants dans les faunes. C'est à l'île de Sal, au nord de l'Archipel, dans des couches calcaires, qu'on trouve deux espèces fossiles d'*Helix*, que M. A. Morelet a appelées *Helix primæva* et *H. atlantidea;* elles n'existent pas à l'état vivant. Une autre Hélice, *H. myristica*, qui appartient à la faune actuelle de l'archipel du cap Vert, est fossilisée à la Praya de Santiago.

» Enfin, dans l'île de Saint-Vincent, une des plus occidentales, affleure un dépôt de bois et de graines fossiles, silicifiées, dont l'examen a été fait par le savant professeur de Botanique au Muséum, M. Brongniart, qui a bien

voulu, avec son obligeance habituelle, me transmettre les renseignements suivants :

« Les échantillons de végétaux fossiles, recueillis par M. de Cessac, comprennent deux sortes de fruits et des fragments de tiges. Une de ces graines est évidemment le noyau d'une espèce de *Datte*, et un autre échantillon nous paraît présenter le même fruit jeune avec son péricarpe charnu et ses enveloppes florales persistantes à la base. Beaucoup d'échantillons de fragments de bois, de pétioles et du rachis de l'inflorescence viennent confirmer ce rapport. Ce noyau diffère cependant à plusieurs égards du noyau du Dattier cultivé et se rapproche plutôt de celui du *Phœnix sylvestris* de l'Inde, et peut-être de celui du *Phœnix spinosa* de la côte d'Afrique, que nous n'avons pas dans nos collections.

» D'autres pétioles semblent indiquer une seconde espèce de Palmier, peut-être l'*Elais guineensis* dont nous n'avons pas de feuilles pour la comparaison.

» Quelques échantillons se rapportent à des portions de rhizomes tubéreux, qui peuvent appartenir à des Zingibéracées, à des Graminées ou à des Cypéracées, analogues à plusieurs espèces vivantes, et dont on ne pourrait tenter la détermination qu'avec des spécimens plus nombreux et plus complets.

» Quant aux plantes dicotylédones, elles consistent en tiges et racines ligneuses dont on ne pourrait indiquer les rapports qu'après avoir fait des préparations microscopiques. Dans plusieurs, les tissus sont très-altérés ; mais quelques échantillons paraissent offrir une structure bien conservée. Plusieurs ont des rameaux dont le mode d'origine pourra jeter quelque jour sur leurs rapports avec les végétaux vivants ; quelques-uns semblent indiquer des tiges de Lianes; enfin d'autres se rapportent évidemment à des racines dicotylédones, comme l'indique l'absence de moelle et de canal médullaire.

» Un seul fruit peut aider à reconnaître ces plantes. Malgré la difficulté d'établir des analogies d'après ce seul échantillon, on y reconnaît des rapports très-marqués avec les fruits de l'Argan (*Argania sideroxylon*, D. C.), du Maroc méridional, qui croît peut-être aussi sur d'autres points de la côte occidentale d'Afrique.

» On voit que le peu de détermination qu'on peut faire avec quelque certitude rapproche ces végétaux fossiles de ceux de l'époque actuelle et surtout de ceux qui croissent encore sous la même latitude sur le continent voisin. »

» En résumé, tous ces fossiles semblent être quaternaires; je n'émets de doutes que pour ceux de l'île de Maio, qui pourraient être un peu plus anciens et qui se rapporteraient alors au tertiaire supérieur ; mais, dans ce cas, ils appartiendraient à un horizon certainement plus récent que les roches tertiaires des Açores, de Madère et de Porto Santo, qui renferment un certain nombre de formes éteintes et caractéristiques (1).

---

(1) Parmi les fossiles de ces localités, énumérés par Charles Mayer, je citerai les suivants, comme certainement tertiaires : *Clypeaster altus*, *C. crassicostatus*, *Pericosmus latus*, *Cardium multicostatum*, *Arca Fichteli*, *Perna Soldanii*, *Pecten latissimus*, *P. scabrellus*, *Plicatula ruperella*, *Natica redempta*, *Fasciolaria Tarbelliana*, *F. nodifera*, etc.

» Les fossiles du cordon littoral de l'archipel du cap Vert donnent la preuve d'un exhaussement considérable du rivage durant l'époque quaternaire. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Mouvements de la chlorophylle dans les Sélaginelles.* Note de M. Ed. Prillieux, présentée par M. Brongniart.

« On a, depuis plusieurs années, constaté l'influence qu'exerce la lumière sur la coloration des végétaux et la répartition de la matière verte dans les cellules. Je ne reviendrai pas aujourd'hui sur l'étude des mouvements qu'exécutent dans les cellules les grains de chlorophylle exposés alternativement à l'obscurité, au jour et au soleil (Voir *Comptes rendus*, t. LXX, p. 46). Je désire appeler l'attention sur d'autres phénomènes de mouvement que j'ai observés, non plus sur des grains isolés et libres, mais sur des masses de chlorophylle que l'on rencontre dans certaines cellules des feuilles des *Selaginella*.

» On sait qu'il est peu de plantes qui varient autant de couleur sous l'influence de la lumière que les Sélaginelles. Cette propriété a même été indiquée par le nom de *mutabilis* ou de *variabilis* qu'on a donné à une des espèces du genre *Selaginella*.

» J'ai vu beaucoup d'espèces différentes de Sélaginelles pâlir au soleil d'une manière très-frappante, et j'ai étudié sur plusieurs le mécanisme de cette décoloration. Je l'indiquerai en prenant particulièrement pour exemple la *Selaginella Martensii*, grande et belle espèce très-fréquemment cultivée dans les serres. Mais les mêmes phénomènes peuvent être observés de même sur d'autres espèces.

» Les feuilles des Sélaginelles sont minces et peuvent être directement soumises à l'observation microscopique, à la seule condition de les rendre transparentes en chassant l'air qu'elles contiennent. Elles sont (dans le *S. Martensii*) composées de trois couches de cellules :

» 1° L'inférieure est formée de cellules assez étroites, allongées parallèlement à l'axe de la feuille et ayant des parois un peu sinueuses. Ces cellules contiennent de la chlorophylle en grains; elles ressemblent beaucoup à celles du *Funaria hygrometrica*, sur lesquelles j'ai d'abord observé (*loc. cit.*) les mouvements signalés par M. Famintzin, et, comme dans les mousses, j'y ai vu les grains verts changer de position sous l'action du soleil. Quand on observe la plante à la lumière diffuse et qu'elle est bien verte, on voit les grains de chlorophylle répandus sur la paroi qui forme la face de la

feuille; quand, au contraire, on l'examine après qu'elle est demeurée exposée au soleil et qu'elle y a pâli, on voit les grains appliqués sur les parois latérales qui sont perpendiculaires à la surface de la feuille et formant ainsi un fin réseau vert entourant de grandes mailles blanches (abstraction faite, bien entendu, des autres couches qu'on pourrait voir par transparence). C'est une disposition analogue à celle qui a été déjà décrite et que j'ai observée moi-même dans un grand nombre de plantes.

» 2° L'assise moyenne est formée de cellules irrégulières qui laissent entre elles de grands méats où l'air circule. Elles ne se touchent que par quelques points; ce sont des cellules imparfaitement étoilées; elles contiennent des grains de chlorophylle peu nombreux.

» 3° La couche la plus intéressante à observer est la couche supérieure. C'est elle qui contribue le plus à la coloration de la feuille et elle ne contient pas de grains de chlorophylle distincts et séparés. Quand la plante est dans de bonnes conditions, exposée à la lumière diffuse venant d'en haut, une feuille examinée au microscope par sa face supérieure ne présente qu'un champ vert uni sur lequel se détachent seulement en traits fins les parois latérales des cellules, qui sont minces et un peu sinueuses au voisinage de la surface. Ce champ vert est dû à ce que la matière verte est demeurée à l'état amorphe et qu'elle couvre d'une couche uniforme le fond des cellules de la couche supérieure. Supposons la feuille en cet état mise dans l'eau sous un verre mince et placée sous le microscope. Si l'on expose alors l'instrument au soleil et qu'on projette les rayons sur la préparation à l'aide du miroir, on peut observer déjà au bout de quelques minutes des modifications qui se produisent dans la disposition de la matière verte. On voit apparaître sur le fond vert de petites places blanches qui d'un côté touchent à une des parois latérales et de l'autre sont limitées par une ligne courbe. L'action de la vive lumière continuant, ces places blanches grandissent et la portion verte va toujours diminuant; bientôt elle ne forme plus qu'une sorte de croissant d'abord très-large mais qui s'amincit de plus en plus à mesure que l'espace blanc s'étend davantage. Quand l'effet maximum est produit, le champ est blanc, la matière verte n'apparaît plus dans chaque cellule que comme un de ces croissants très-étroit, très-fin, adossé à une des parois latérales. La feuille a complétement pâli.

» On voit ainsi avec une netteté qui ne peut laisser place au doute que la pâleur de la feuille des Sélaginelles au soleil est due à ce que la matière verte qui occupait le fond des cellules se retire le long des parois latérales. Quand le déplacement de la substance verte n'est pas complétement effec-

tué et qu'elle occupe encore une petite partie du fond de la cellule, on voit la portion appliquée sur la face latérale se distinguer par une intensité plus grande de coloration qui traduit à la vue une plus grande épaisseur de substance verte en cette place : la masse verte monte donc le long de la paroi latérale en quittant le fond de la cellule. Elle ne subit donc pas à ce qu'il semble un retrait véritable, elle ne diminue pas de volume, elle change de place et se porte sur le côté de la cellule.

» Il convient de remarquer que la masse amorphe de chlorophylle, qui rampe ainsi tout d'une pièce le long de la paroi de la cellule, se dirige dans le même sens, et probablement conformément à la même loi que les grains isolés de chlorophylle de la couche inférieure qui se portent également de la surface exposée à une trop vive lumière sur les parois latérales.

» Dans certaines espèces de Sélaginelles, la chlorophylle de l'assise supérieure se sépare en deux masses; après une vive insolation, on y voit deux croissants verts au lieu d'un dans chaque cellule.

» Ces changements, que l'on peut suivre sur une seule et même cellule par le procédé que je viens d'indiquer, se manifestent de même sur une plante entière qui pâlit au soleil; on peut s'assurer que la pâleur est due aussi alors à ce que la chlorophylle se retire le long de la paroi latérale des cellules; mais on peut de plus voir la plante reverdir quand la trop vive lumière a cessé, et observer le retour de la chlorophylle au fond de la cellule. Ce second déplacement s'effectue beaucoup plus lentement que le premier.

» La très-vive intensité de la lumière n'est pas la seule cause qui produise des mouvements de la chlorophylle; cette observation s'applique du reste, aussi bien aux déplacements des grains isolés de chlorophylle de toutes les autres plantes. Je me propose, du reste, de revenir sur ce sujet d'une façon spéciale. Le point que je voulais signaler dans cette Communication était le nouveau et singulier mode de déplacement de la chlorophylle qui se transporte d'une place à une autre à l'intérieur de la cellule, en rampant le long de la paroi, par une sorte de mouvement amiboïde. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les relations pouvant exister entre les propriétés thermo-électriques et la forme cristalline*; par M. C. FRIEDEL.

« Il y a plusieurs années, je me suis occupé de l'étude des phénomènes thermo-électriques si curieux que M. Marbach a découverts sur les cristaux de pyrite et de cobaltine. Ayant cherché s'il y avait une relation entre la forme cristalline de la pyrite, qui est, comme on sait, hémièdre,

et l'existence des deux variétés thermo-électriques positive et négative, je suis arrivé à la conclusion suivante : On peut admettre que les deux variétés électriques correspondent aux formes hémièdres droite et gauche, qui ne se distinguent d'ailleurs entre elles par rien au point de vue cristallographique, puisqu'elles appartiennent au mode d'hémiédrie à faces parallèles. Dans certains cas seulement, sur des cristaux qui réunissent les deux variétés, on peut reconnaître extérieurement les mâcles par une différence d'éclat de la surface des parties positive et négative; ces différences rappellent celles que l'on aperçoit sur des cristaux de quartz dans lesquels sont réunis sous une même enveloppe de faces des portions optiquement droites et gauches (1).

» Dans un Mémoire étendu, publié dans les *Annales de Poggendorff*, t. CXLII, p. 1; 1871, G. Rose, le minéralogiste illustre dont la science déplore la perte récente, a repris l'examen comparé des formes cristallines de la pyrite et de ses propriétés thermo-électriques. Les résultats auxquels il est arrivé diffèrent de ceux que j'ai formulés. Je demanderai la permission à l'Académie, après avoir résumé les principales observations de G. Rose, d'exposer celles que j'ai faites moi-même et de défendre ma manière de voir, avec le regret que le savant éminent auquel je dois répondre ne soit plus là pour juger de la valeur de mes arguments.

» G. Rose annonce avoir trouvé entre la forme des cristaux de pyrite et leur signe thermo-électrique une relation constante qu'il formule ainsi :

« Les cristaux de pyrite et de cobaltine peuvent, d'une manière certaine, se distinguer en cristaux de première et de deuxième position dont les uns sont positifs et les autres négatifs, de telle façon que la manière d'être thermo-électrique de la pyrite et de la cobaltine est en relation exacte avec l'hémiédrie des cristaux. »

» A l'appui de cette proposition, il passe en revue un grand nombre de cristaux de pyrite; il signale avec beaucoup de soin les formes qui, d'après ses observations, appartiennent de préférence à la variété positive et à la variété négative, ainsi que certaines formes rares qui n'ont été trouvées que sur des cristaux positifs ou négatifs. Il étudie également les différences d'éclat des faces, leurs empreintes, les stries qu'elles présentent. Il ne paraît résulter de cette étude aucun caractère parfaitement tranché pour les deux variétés. . . . .

» Le savant auteur passe ensuite à l'examen des cristaux mâclés. Il sépare les mâcles en deux espèces : la première renferme des cristaux de même nature thermo-électrique, dont l'un a tourné de 90 degrés par rapport à l'autre. Dans la seconde, des cristaux de nature thermo-électrique opposée sont groupés soit avec rotation de 90 degrés d'une des parties mâclées, soit sans rotation et dans la position normale des cristaux.

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XVI, p. 14; 1869.

» M. Rose considère comme étant en position de mâcle les cristaux qui paraissaient simples et dont la nature double n'a été révélée que par les différences de propriétés électriques des diverses parties : cela résulte de ce qu'il assimile les cristaux droits avec les cristaux positifs, et les gauches avec les négatifs; pour amener les faces du cristal gauche en coïncidence avec celles du cristal droit, il faut lui faire subir une rotation de 90 degrés.

» Après avoir décrit un certain nombre de cristaux pareils, il passe à ce qu'il considère comme des mâcles dans lesquelles les cristaux sont en situation parallèle. Il place dans cette catégorie tous les cristaux, d'ailleurs rares, dans lesquels on a observé des formes hémiédriques dans deux positions contraires, car, dit-il, « il y a lieu d'admettre que les formes » qui sont dans l'une des positions, sont positives et les autres négatives ». Les échantillons qu'il a examinés lui ont paru décisifs : il cite d'abord des cristaux trop petits pour avoir pu fournir un résultat certain, mais qui présentaient des parties positives et d'autres négatives. Un autre cristal trop petit fut trouvé entièrement négatif malgré la présence d'une face d'un dodécaèdre pentagonal de seconde position. Un groupe de cristaux, décrit par M. Strüver dans son Mémoire sur la pyrite, offrait le cube modifié par les faces du dodécaèdre rhomboïdal b^1, des deux pyritoèdres droit et gauche b^2, d'un dodécaèdre pentagonal b^3, de l'octaèdre a^1 et de l'icositétraèdre a^2. D'après les expériences de M. Rose, le pyritoèdre auquel les faces b^3 étaient contiguës, était négatif, et celui où b^3 manquait était positif. Sur quelques-unes des faces, les résultats étaient décisifs; sur d'autres pourtant on a eu des courants en sens contraire indiquant que le dernier pyritoèdre aurait été négatif. Dans ce cas, M. Rose admet que la masse négative était prépondérante et se trouvait cachée par un simple enduit positif dont l'effet disparaissait par rapport à la partie négative.

» Nous n'ajouterons pas la description de cristaux donnant des résultats encore moins nets; mais nous citerons une remarque de l'auteur : de l'examen comparé des cristaux de quartz et de pyrite, il conclut que lorsqu'on rencontre sur un même cristal des formes hémiédriques des deux positions, dans leur situation parallèle, on a affaire à des mâcles régulières de cristaux de première et de seconde position. « Il semble, ajoute-t-il, qu'on » est forcé d'admettre la même chose pour les cristaux tétraédriques, pour lesquels l'existence simultanée de formes de première et de seconde position est très-fréquente, par » exemple dans la boracite, la panabase, la blende... » Néanmoins des essais faits sur la chalcopyrite ont montré que les deux tétraèdres sont tous deux négatifs.

» Nous bornerons là notre résumé trop court, mais limité par l'espace, de l'important Mémoire de M. Rose. Nous sommes obligé d'être aussi bref dans les observations que nous ferons porter sur divers points.

» Les différences dans les combinaisons de faces si soigneusement décrites et celles signalées dans la nature des faces ne nous paraissent pas suffisantes pour fournir un caractère tranché : ce sont généralement des différences du plus au moins comme état, ou comme fréquence. Une raison bien simple nous semble prouver qu'elles n'ont pas d'importance : des cristaux ne portant aucun signe extérieur renferment souvent des parties positives et négatives; les combinaisons de faces sont les mêmes sur toutes les parties. Nous avons eu l'occasion d'observer une des faces,

indiquée par M. Rose comme positive : c'est la face $b^{\frac{3}{2}}$, que nous avons trouvée positive sur un cristal et négative sur trois autres.

» Nous arrivons à un point plus important : l'examen des mâcles formées de cristaux positifs et négatifs. Nous laisserons de côté, quoique nous ayons fait un grand nombre d'expériences sur de pareils échantillons, ceux qui renferment les deux variétés groupées avec rotation de 90 degrés, pour ne nous occuper que de ceux que M. Rose regarde comme en position parallèle; les cristaux présentent les faces de certains dodécaèdres pentagonaux ou hémihexoctaèdres à faces parallèles (diploèdres de Rose), dans la position opposée à la position ordinaire. D'après nos observations, nous ne pouvons pas considérer ces cristaux comme des mâcles. Nous avons eu l'occasion d'étudier un certain nombre de ces faces rares, principalement sur des cristaux de Brozzo (Italie). Quelques-uns des cristaux examinés avec soin au point de vue thermo-électrique se sont trouvés être partout de même signe. Sur d'autres, où il y avait réellement réunion des deux variétés, les faces de position gauche donnaient avec celles de droite qui les environnaient les mêmes indications galvanométriques sur une partie du cristal, et toutes ensemble les indications opposées sur une autre partie du même cristal, ou sur un autre cristal de l'échantillon. Le groupe (probablement de Brozzo), cité plus haut et montrant b^2 dans la position ordinaire, b^1 et $b^{\frac{3}{2}}$, ce dernier dans la position inverse, a offert $b^{\frac{3}{2}}$ et les faces environnantes positifs sur un cristal et négatifs sur trois autres. Sur un autre groupe de Brozzo, portant b^2, dominantes, p, b^1 mat, et $b^{\frac{5}{2}}$ lisse, ce dernier en position inverse, à l'une des extrémités d'une face p, celle-ci, $b^{\frac{5}{2}}$, b^1 et b^2 adjacents étaient positifs; à l'autre extrémité toutes les mêmes faces négatives. Ces expériences et d'autres analogues répétées un grand nombre de fois nous semblent suffire pour conclure que l'existence des faces hémièdres, de position inverse, n'est pas un indice de mâcle dans les cristaux de pyrite, et qu'il n'y a pas de liaison entre ces faces de situation inverse et l'une des variétés thermo-électriques. On ne peut pas admettre que des facettes isolées, placées régulièrement sur un cristal, répondent chacune à une portion mâclée; on ne comprendrait plus la structure intérieure du cristal. Pour que des facettes pareilles puissent être elles seules négatives, les faces contiguës étant positives, il faudrait que l'action thermo-électrique fût purement de surface, ce qui n'est pas; elle appartient à la masse même du cristal.

» Il sera plus facile de comprendre ce qui se passe dans les cristaux de pyrite, si nous nous rendons compte de ce qui a lieu pour le quartz.

» Dans les cristaux de cette dernière substance, outre la face rhombe et les plagièdres des deux zones $e^{\frac{1}{2}} se^2$, pse^2, dont la position est liée au sens du pouvoir rotatoire, il existe un certain nombre de facettes rares, signalées dans le beau Mémoire de M. Des Cloizeaux (ν, τ_2, τ_3, ...), qui appartiennent à des formes hémièdres opposées à celles qui correspondent au sens de la rotation du cristal. Il semblerait qu'elles indiquent des mâcles; il n'en est rien, elles existent sur des cristaux simples. Si l'on désigne les faces plagièdres ordinaires, comme droites à la fois, ou gauches, à la fois au point de vue cristallographique et optique, ces facettes seront droites cristallographiquement et gauches optiquement, ou réciproquement. Il en est de même des facettes de la pyrite, qui sont en position inverse par rapport au reste du cristal; en admettant que les cristaux droits et gauches correspondent aux variétés positive et négative, nous avons là des formes gauches qui sont positives et des formes droites qui sont négatives; de sorte que pour le quartz comme pour la pyrite la liaison entre le sens de l'hémiédrie et l'opposition de propriétés physiques ne doit pas être regardée comme absolue, mais comme se bornant dans sa plus grande généralité à une inversion de sens portant à la fois sur l'hémiédrie et sur les propriétés physiques.

» Nous ferons remarquer la conséquence à laquelle M. Rose a été conduit par le développement de ses idées : dans les cristaux hémiédriques, tels que la boracite, la panabase, la chalcopyrite, dans lesquels se trouvent inégalement développés les deux octaèdres droit et gauche, il a admis aussi l'existence de mâcles dont les deux moitiés seraient représentées par ces deux ordres de faces. Il a néanmoins reconnu lui-même sur les chalcopyrites que les deux formes opposées sont de même signe thermo-électrique. Nous avons trouvé la même chose sur la chalcopyrite et sur la panabase et fait voir que dans ces substances l'hémiédrie à faces inclinées est, comme on le savait depuis longtemps pour les substances non conductrices, accompagnée de pyro-électricité.

» Nous conclurons que l'hémiédrie à faces inclinées peut être regardée comme liée à la thermo-électricité dans la pyrite et dans la cobaltine; mais que cette hypothèse, énoncée pour la première fois par nous, ne nous paraît pas susceptible de démonstration par l'examen cristallographique. Il y a quelque chose de contradictoire à admettre que les variétés positive et négative correspondent aux hémièdres droit et gauche qui, dans le cas de l'hémiédrie à faces parallèles, ne se distinguent en rien l'un de l'autre, et à supposer que néanmoins ces cristaux peuvent se reconnaître indépendamment de l'épreuve galvanométrique. S'ils se distinguaient, ils

ne seraient plus symétriques l'un de l'autre. Pour donner un appui certain à cette hypothèse très-plausible en elle-même et d'autant plus séduisante qu'on ne connaît encore aucune autre propriété physique liée à l'hémiédrie à faces parallèles, il faudrait retrouver la thermo-électricité sur les autres substances présentant la même hémiédrie; malheureusement les cristaux qui en sont affectés et qui sont en même temps bons conducteurs de l'électricité font défaut. »

VITICULTURE. — *Moyen de transformer promptement, par les vignes américaines, les vignobles menacés par le Phylloxera.* Note de M. H. **Bouschet**, présentée par M. Duchartre. (Extrait.)

« L'idée de substituer les vignes d'Amérique à nos cépages européens est venue à plusieurs viticulteurs, qui sont persuadés que quelques variétés américaines ne sont pas atteintes par le Phylloxera ou qu'elles résistent très-bien à ses attaques. Une semblable transformation semble exiger une longue succession d'années, avant que le but soit atteint. Mais il est des moyens plus rapides, qui peuvent nous permettre de reconstituer dans deux ou trois années notre vignoble avec ces variétés, sans perdre le produit de nos vignes.

» Ces moyens sont : 1° la *greffe provin*, pour reconstituer les vignes déjà venues; 2° la *bouture greffée* pour les plantations nouvelles, à moins qu'on ne préfère cultiver directement les cépages américains, afin d'en obtenir des vins différents des nôtres.

» La *greffe provin* est depuis longtemps connue; elle consiste, comme l'indique son nom, dans le greffage d'un sarment d'une vigne avec un sarment de la variété qu'on veut obtenir. On emploie le plus ordinairement ou la greffe en fente ou la greffe anglaise, qui donne presque toujours un plein succès. L'opération ne présente d'ailleurs aucune difficulté, et elle n'exige que du temps et un peu d'attention ; il convient, autant qu'on le peut, de choisir le sarment *porte-greffe* et le *sarment greffon* de la même grosseur, de les insérer l'un dans l'autre sur une assez grande longueur (5 à 6 centimètres) pour multiplier les points de contact des écorces, on les lie pour qu'ils ne puissent se déplacer, on enveloppe le tout de bourrelets d'argile ou de tout autre mastic à greffer, et l'on couche dans le sol, comme un provin ordinaire, le sarment greffé. La vigne américaine sera donc greffée sur le sarment d'un de nos cépages, et son extrémité, étant relevée, formera la nouvelle souche.

» Dans le but d'assurer l'émission des racines du cépage américain, on fera bien d'écorcer légèrement la portion du *greffon* qui sera enterrée dans la fosse, afin qu'il puisse vivre bientôt de ses propres racines et s'affranchir de la greffe lorsque le cep mère viendra à périr. Ordinairement ces sortes de greffes réussissent très-bien et donnent des pousses vigoureuses, qui produisent du fruit dès la deuxième année. On comprend aisément ce qui doit se passer : la vigne américaine ainsi greffée sera alimentée d'abord par la souche mère; elle émettra pendant ce temps des racines qui assureront sa végétation lorsque le cep qui l'a nourrie succombera aux atteintes du Phylloxera. Ainsi ce cep *porte-greffe* aura donné tous les produits qu'on pouvait en attendre, et lorsqu'il périra sa place se trouvera remplie par la variété américaine qui doit lui survivre; alors on pourra regreffer cette vigne américaine avec nos cépages français si l'on n'est pas satisfait de ses produits au point de vue de l'abondance ou de la qualité.

» Cette transformation se sera donc opérée sans perte de temps et sans une trop grande dépense, et il est de l'intérêt des propriétaires de la mettre en pratique le plus tôt possible, pendant que leurs vignes donnent encore de longs et vigoureux sarments, ce qui est nécessaire pour ce genre de greffage et pour la réussite de ce procédé. Chaque agriculteur pourra choisir la place qu'il voudra donner à ce provin, soit le voisinage du pied du cep, soit le milieu de l'intervalle entre chaque souche. Ce procédé sera d'une exécution très-facile, surtout dans les vignes plantées en lignes, qui sont ordinairement éloignées de 1 mètre l'une de l'autre, sur la rangée, ce qui permettra de placer à 50 centimètres du cep la *greffe provin*. On devra préférer pour *porte-greffe* le sarment qui quelquefois pousse du pied du cep.

» Il est un autre moyen non moins rapide pour la plantation d'une nouvelle vigne formée de nos cépages indigènes et également résistante au puceron, c'est la *bouture américaine greffée*. Dès à présent, si l'on a sous la main des boutures américaines, on pourra les planter après les avoir greffées en *aramon* ou tout autre variété indigène : le sarment planté sera formé de deux variétés distinctes, la partie qui doit pousser des racines et faire vivre le cep sera la bouture de vigne américaine, et la partie supérieure, formée par le greffon, donnera le fruit de la variété indigène que l'on veut cultiver ; sa production n'éprouvera aucun retard, et après trois ou quatre années la vigne ainsi plantée donnera des récoltes et n'aura jamais rien à craindre des attaques du Phylloxera.

» La bouture greffée ne diffère pas beaucoup, comme on le voit, de la greffe provin : dans les deux procédés, c'est un sarment greffé sur un autre

sarment, avec cette différence, que rien n'est plus aisé que de greffer une bouture détachée du pied de la vigne, cette opération pouvant se faire dans l'intérieur de la maison et même au coin du feu. Après avoir mis un lien pour retenir le greffon, on recouvrira la plaie soit avec de la cire, soit avec de l'argile, et la plantation se fera comme avec les boutures ordinaires. Il conviendra de disposer le plant de manière que la partie greffée soit au niveau du sol, pour empêcher l'émission des racines du greffon qui seraient certainement envahies par le Phylloxera ; mais, pour assurer la réussite de cette greffe, on fera bien, la première année, de butter le pied du cep jusqu'après la pousse du greffon, afin de le maintenir en bon état et pour éviter sa dessiccation. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De l'anesthésie produite chez l'homme par les injections de chloral dans les veines.* Note de M. **Oré**, présentée par M. Bouillaud.

« Dans une Note adressée, le 29 mai 1872, à la Société de Chirurgie de Paris je disais :

« Des expériences nombreuses, variées, fréquemment répétées m'ont appris que le chloral *injecté dans les veines* constitue *le plus puissant de tous les anesthésiques;* il suffit alors de 2, 3, 4, 6 grammes de chloral, suivant le poids de l'animal, pour le plonger immédiatement dans un état d'insensibilité, qu'aucun excitant, *à part les courants électriques*, n'est capable de faire cesser. Cette insensibilité qui ressemble à celle du cadavre, dure pendant une, deux, trois, cinq heures; et, alors que les fonctions de l'axe cérébro-spinal sont momentanément anéanties, au double point de vue de la sensibilité et de la motilité, la respiration continue calme et régulière. Il est pour moi expérimentalement démontré aujourd'hui que le choral, administré par la méthode de l'injection dans les veines, *est un anesthésique chirurgical bien supérieur au chloroforme*, d'abord parce que l'insensibilité qu'il produit est infiniment plus complète et plus longue, ensuite parce qu'il ne détermine du côté du bulbe aucun de ces phénomènes asphyxiques inquiétants qui s'observent si souvent à la suite du chloroforme. »

» Les expériences sur lesquelles reposent les précédentes assertions ont été rapportées avec soin dans le Mémoire que j'ai soumis au jugement de l'Académie. Restait à vérifier si l'expérience, transportée de l'animal à l'homme, amènerait le même résultat : le fait suivant ne laissera, je l'espère, aucun doute à cet égard.

» J'ai reçu dans mon service à l'hôpital Saint-André de Bordeaux (salle 10, lit 14) un homme de 52 ans, qui, à la suite *d'un léger écrasement de l'extrémité du médius gauche*, a vu survenir de la contracture des muscles masticateurs, suivie bientôt d'un tétanos traumatique confirmé.

» A son entrée à l'hôpital, le trismus était très-marqué, l'écartement des mâchoires ne dépassait pas 5 millimètres, les muscles de la nuque et du cou fortement contracturés ne permettaient aucun mouvement dans cette région, la tête était renversée en arrière. Les membres, le tronc même, possédaient encore une certaine liberté dans leur jeu physiologique, quand le malade était en repos; mais le moindre effort pour se mouvoir, pour parler, pour avaler, amenait brusquement des contractions généralisées à tout le système musculaire. En même temps survenaient des troubles respiratoires et circulatoires se traduisant par une exagération dans la vitesse du pouls, de la dyspnée, une cyanose incomplète. Les facultés intellectuelles étaient intactes.

» L'extrémité du doigt médius gauche présentait, avec une légère contusion, une ecchymose sous-unguéale. *La moindre pression en ce point déterminait immédiatement une exagération dans la roideur tétanique et des douleurs intolérables.*

» En présence de cet état, je n'hésitai pas un instant à recourir à l'emploi du *chloral en injection intra-veineuse.*

» Le 9 février, à 5 heures du soir, j'injectai deux fois, à trois ou quatre minutes de distance, dans une des veines radiales droites, une solution de 9 grammes d'hydrate de chloral dans 10 grammes d'eau.

» Immédiatement après la seconde injection, le malade tombait dans un sommeil tranquille : la respiration, d'abord accélérée, devenait calme et régulière. Le pouls qui, avant l'injection, marquait 90 pulsations, descendait à 70; la roideur musculaire disparaissait presque complétement; les mâchoires s'écartaient de 3 centimètres et donnaient passage à la langue.

» Le passage des doigts sur la surface cutanée, les mouvements même qu'on imprimait aux membres ne déterminaient plus de convulsions réflexes. On pouvait pincer impunément le malade, sans provoquer chez lui le moindre signe de sensibilité.

» L'anesthésie était si complète que j'ai pu explorer à mon gré le doigt écrasé, alors qu'avant l'injection la moindre pression y occasionnait les douleurs les plus vives. Pensant que si je régularisais cette situation, je pourrais peut-être écarter la cause des phénomènes tétaniques, je me décidai à faire l'*avulsion* de l'ongle. J'introduisis sous lui la pointe d'une paire de ciseaux que je fis filer d'avant en arrière. Il fut ainsi divisé en deux moitiés que j'arrachai successivement avec des pinces. Cela fait, avec la pointe d'un bistouri je donnai à la plaie une netteté qu'elle n'avait pas. Pendant tout le temps que dura cette opération, *ordinairement si douloureuse,* le ma-

lade ne proféra pas les plus légères plaintes, ne fit pas le moindre mouvement.

» J'ai revu le malade à 9 heures du soir : il dormait profondément, l'anesthésie durait encore. J'ai pu, sans le réveiller, le pincer avec force sur les membres inférieurs, sur la joue, *promener la palpe de mon index sur la conjonctive oculaire, sans déterminer le moindre mouvement réflexe.* Or il est démontré aujourd'hui que, à la suite des inhalations de chloroforme, quand ce dernier phénomène se produit, la sensibilité est absolument éteinte.

» Le malade ne s'est réveillé qu'à 4 heures du matin; je ne l'ai revu qu'à 9 heures. La sensibilité était revenue, bien qu'elle fût encore incomplète, aux membres inférieurs surtout.

» Le 10 février, à 5h30m du soir, je fis une deuxième injection de 10 grammes de chloral dans une des veines de l'avant-bras droit. En quelques minutes, le malade tombait dans le même coma que la veille, et la sensibilité disparaissait de nouveau.

» A 11 heures du soir, c'est-à-dire cinq heures et demie après l'injection, je *pus enfoncer une épingle dans la peau des membres et de la poitrine*, sans provoquer le moindre signe de douleur, sans déterminer le moindre mouvement réflexe. Le malade se réveilla à 2 heures du matin : le sommeil anesthésique avait duré huit heures.

» Le lendemain, 11 février, j'ai fait une troisième injection de 9 grammes d'hydrate de chloral, qui a produit absolument la même insensibilité.

» J'ai évité de parler de l'influence que ces diverses injections avaient eu sur l'état tétanique proprement dit, me réservant de publier l'observation de ce fait quand l'issue de la maladie sera connue. Je me contente de dire, pour le moment, que mon malade est arrivé au onzième jour, et que le tétanos paraît notablement amélioré. »

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 février 1874.

(suite.)

Sur quelques développements de la fonction log Γ (*x*), seconde Lettre à M. A. Quetelet; *par* M. A. Genocchi. Bruxelles, imp. Hayez, 1873; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de l'Académie royale de Belgique.*)

Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei, compilati dal Segretario; t. III, anno III (1849-1850). Roma, tip. delle Belle-Arti, 1873; in-4°.

I tesori sotterrani dell' Italia; per G. Jervis. Torino, E. Loescher, 1873; in-8°.

Annalen der K. K. sternwarte in Wien; dritter Folge, zwanzigster Band, Jahrgang 1870. Wien, L. Sommer, 1873; in-8°.

Medizinische Jahrbücher, herausgegeben von der K. K. Gesellschaft der Arzte, redigirt von S. Stricker; Jahrgang 1873, III, IV, Heft, 1873. Wien, Braumüller; 2 liv. in-8°.

Ueber Schaaren von quadratischen Formen von L. Kronecker. Berlin, G. Vogt, 1874; br. in-8°.

Schweizerische meteorologische Beohachtungen, August, September, October 1872. Sans lieu ni date; 3 br. in-4°.

1873. *Delectus seminum quæ Hortus botanicus imperialis Petropolitanus pro mutua commutatione Oppert.* Petropoli, 1874; in-8°.

Om Summation of periodiska Funktioner af H. Gyldén. Stockholm, Norstedt et Soner, 1872; in-4°.

Antydningar om Lagbundenhert i Stjernornas rörelser; af H. Gyldén. Stockholm, 1871; br. in-8°.

Om Stjernkatalogen i Lacaille's « Astronomiæ fundamenta »; af H. Gyldén. Stockholm, 1873; br. in-8°.

Relationer emellan Stjernornas glans, etc.; af H. Gyldén. Stockholm, 1872; br. in-8°.

Om Beräkningen af Solvärmets relativa Intensitet pa olika Punkter af Jordytan, etc.; af H. Gyldén. Stockholm, 1873; br. in-8°.

Formler och tabeller för beräkning af fyrars lysvidd; af H. GYLDÉN. Stockholm, 1873; br. in-8°.

Ableitung der Declinationen aus den am Verticalkreise der Pulkowaer Sternwarte in den Jahren 1842-1849, etc.; *von* Dr H. GYLDÉN. Saint-Pétersbourg, 1873; in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 16 FÉVRIER 1874.

Procès-verbaux des séances de la Commission permanente de l'Association géodésique pour la mesure des degrés en Europe, tenues à Vienne, du 16 *au* 22 *septembre* 1873. Leipzig, imp. Engelhardt, sans date; br. in-4°.

Liste des Membres de la Société botanique de France au 1er *février* 1874. Paris, Martinet, sans date; br. in-8°.

Journal des Actuaires français; t. I et II, 1872-1873. Paris, Gauthier-Villars, 1872-1873; 2 vol. in-8°, reliés.

Instruction pratique pour la préservation des vignes contre le Phylloxera; par le Comte DE LA VERGNE. Bordeaux, imp. Crugy, 1874; br. in-8°. (Renvoyé à la Commission du Phylloxera.)

Chimie inorganique élémentaire. Leçons professées à la Faculté de Médecine; par Ed. GRIMAUX. Paris, Germer-Baillère, 1874; 1 vol. in-12.

Nouveau Dictionnaire de Médecine et de Chirurgie pratiques, publié sous la direction du Dr JACCOUD; t. XVIII : HYD-INFL. Paris, J.-B. Baillère et fils, 1874; in-8°.

Instructions sur l'anthropologie de l'Algérie. Considérations générales; par le général FAIDHERBE. *Instructions particulières par* le Dr P. TOPINARD. Paris, typ. Hennuyer, 1874; br. in-8°.

Théorie des coordonnées curvilignes quelconques, 3e partie; *par* M. l'abbé AOUST. Sans lieu ni date; br. in-4°. (Estratta dagli *Annali di Matematica pura ed applicata.*)

De l'industrie laitière dans dix départements; par M. A. POURIAU. Paris, Niclaus et Cie, 1873; br. in-8°.

De l'industrie fromagère dans la Meuse et la Marne; par M. POURIAU. Paris, Niclaus et Cie, 1874; br. in-8°.

Histoire de Grésy-sur-Aix; par le Comte DE LOCHE. Chambéry, A. Bottero, 1874; 1 vol. in-8°.

Annales de l'Université de Kiew, 1872-1873; 24 nos in-8°. Kiew, 1872-1873; in-8°. (En langue russe.)

Astronomical magnetical and meteorological Observations made at the royal Observatory Greenwich in the year 1871. London, G. Edward Eyre and W. Spottiswoode, 1873; in-4°.

Minutes of proceedings of the Institution of civils Engineers with abstracts of the discussions; vol. XXXV-XXXVI, session 1872-1873, part III. London, 1873; 2 vol. in-8°, reliés.